

N° 12 - DECEMBRE 1982 - 79<sup>e</sup> ANNEE

ISSN 0397-4634

**politique routière**

**fondée en 1871  
toujours dynamique  
et toujours innovante  
à la pointe  
des techniques routières**

**l'entreprise**



**en 1982  
adopte une nouvelle  
image de marque**

## sommaire

### Directeur de la publication :

Yves BOISSEREINO  
Président de l'Association

### Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD  
Ingénieur  
des Ponts et Chaussées

### Rédacteurs en chef :

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

### Secrétaire générale de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE du PREY

### Assistante de rédaction :

Eliane de DROUAS

### Rédaction - Promotion Administration :

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

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

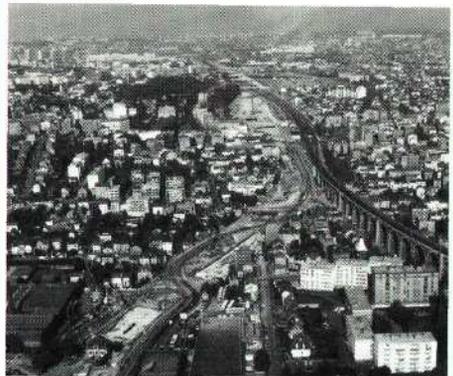
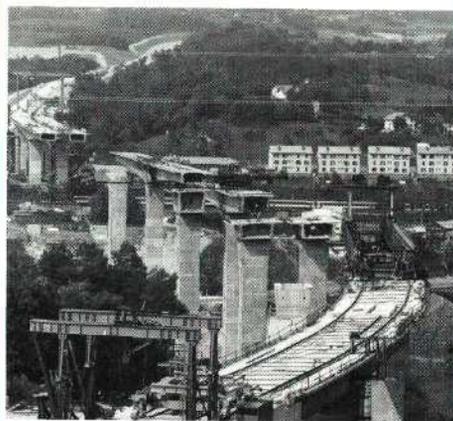
### Abonnements :

— France **200 F.**  
— Etranger **200 F.** (frais de port en sus).  
Prix du numéro : **22 F**  
+ T.V.A. : 4 %

### Publicité :

Responsable de la publicité :  
H. BRAMI

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



## dossier

Editorial par Ch. FITERMAN .....	17
Les nouvelles orientations de la sécurité routière par P. MAYET .....	23
Programmes autoroutiers et nouveaux statuts des autoroutes par Michel FEVE .....	25
La surveillance et l'inspection des ouvrages d'art par Jean MANTE .....	27
La construction de l'autoroute A 86 par R. ELADARI et M. CARESSE ..	32
Les autoroutes A 40 et A 42 par M. CHABERT .....	38
L'étude RCB sur les renforcements coordonnés par Y. HUART .....	43

## rubriques

### Réalisations dans les D.D.E.

D.D.E. de la Nièvre .....	45
---------------------------	----

### La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

Formation continue .....	47
Mouvements .....	50

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

### Couverture :

Viaduc de BELLEGARDE  
(document : SCETAURROUTE)  
(photo : Y. COLLET)

IMPRIMERIE MODERNE  
U.S.H.A.  
Aurillac

Maquette : Monique CARALLI

# TELESCOPIC JCB

## POUR TOUS TRAVAUX

2,5 t à 6,40 m de haut  
Allonge à plus de 3 m  
en avant des roues



C'est un chargeur, un chariot élévateur, une grue mobile, un dumper. En bout de flèche, peuvent s'adapter les équipements pour : déposer, charger, reprendre, lever, atteindre, retourner, déplacer, distribuer, soulever, creuser, nettoyer, décaper, remblayer, approvisionner, gerber, stocker, tracter, pousser, forer.



Demandez notre brochure Application à : JCB Manutention - Z.I. - Rue du Vignolle 95206 Sarcelles - Tél. (3) 990.54.23.

## LES TELESCOPICS JCB au service des Entrepreneurs de Bâtiment et Travaux Publics

Les **TELESCOPICS JCB 520** et **525**, en version 2 ou 4 roues motrices, introduisent sur les chantiers de Bâtiment et de Travaux Publics une nouvelle dimension de la manutention.

Acceptant les charges palettisées, élinguées ou en vrac, les **TELESCOPICS JCB** peuvent prendre ou déposer ces charges, quels que soient les obstacles rencontrés : l'allonge télescopique permet en effet de manutentionner une palette à plus de 3 m en avant des roues, par dessus un mur ou une tranchée, ou à travers une ouverture : mais elle permet aussi de lever une palette en toute sécurité, sans perte de charge.



Puissants, maniables et sûrs, les **TELESCOPICS JCB** sont des engins robustes : bâtis sur un châssis monobloc, ils sont équipés de la ligne motrice éprouvée sur les chargeurs-pelles JCB : moteur de 72 cv, boîte synchronisée, inverseur hydraulique et convertisseur de couple assurent même en terrain difficile une conduite souple et des conditions de travail performantes.

En standard, les **TELESCOPICS** disposent d'une cabine de sécurité aux normes FOPS ; confortable, chauffée et insonorisée, elle permet une visibilité totale sur la charge ; le tableau de bord complet, est doté d'un indicateur d'état de charge avec témoin sonore et lumineux.

Depuis la préparation des sols, jusqu'à la finition des travaux le **TELESCOPIC** est la machine la plus active d'un chantier ; sa mobilité associée à sa large gamme d'équipements lui permet d'exécuter une grande variété de tâches. Véritable porte-outils pouvant être équipé :

- de fourches courtes ou longues,
- d'un mât de surélévation,
- d'un bras de manutention,
- de godets reprise de toutes capacités,
- d'un godet 4 en 1,
- de bennes à béton,
- d'une pelle rétro,
- d'une tarrière,
- d'un treuil,
- d'une nacelle,
- d'un crochet de manutention,
- et de bien d'autres outils,

le **TELESCOPIC JCB** est en même temps un chariot élévateur, une grue mobile, un dumper, une chargeuse, un engin tout terrain complet pour tous travaux, tous chantiers.



# RINCHEVAL

95230 SOISY-SOUS-MONTMORENCY (FRANCE)

Tél. : 989.04.21 - Télex : 697 539 F



**MATÉRIEL DE  
STOCKAGE  
CHAUFFAGE**

**ET**

**ÉPANDAGE DE LIANTS  
HYDROCARBONES**

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



**forclum**

société de force et lumière électrique

Centre d'Affaires Paris Nord Bât. Ampère n° 1  
93153 LE BLANC-MESNIL CEDEX — Tél. : 865.42.41

**TOUTES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES  
TOUTES PUISSANCES**

**Chauffage - Climatisation - Énergie solaire**

ÉQUIPEMENT D'USINES, DE CENTRALES  
ET DE POSTE DE TRANSFORMATION  
IMMEUBLES DE BUREAUX ET D'HABITATION  
HOPITAUX — UNIVERSITÉS — ÉQUIPEMENTS SPORTIFS  
ÉCLAIRAGE PUBLIC — RÉSEAUX DE DISTRIBUTION  
TABLEAUX — CONTRÔLE — RÉGULATION  
AUTOMATISME — TÉLÉCOMMANDE — BASES VIE

Quelques réalisations récentes d'usines de traitement de l'eau :  
— Gestion centralisée du réseau d'eau de la communauté urbaine de Bordeaux  
— Usine de décarbonatation de Villeneuve-la-Garenne  
— Usine de traitement de la ville du Pecq

**Directions Régionales, Agences et Centres**  
PARIS - SAINT-DENIS - NANTERRE - BORDEAUX - LILLE  
LAVAL - RIYAD - NIAMEY - AMMAN  
BAGHDAD - OUAGADOUGOU

**BOURDIN  
&  
CHAUSSE**

**ROUTES  
AUTOROUTES  
VOIRIE  
RÉSEAUX DIVERS**

40 centres de travaux en  
FRANCE et à l'ÉTRANGER

Siège social  
35, rue de l'Ouche-Buron - 44300 Nantes  
Tél. : (40) 49.26.08

Direction générale  
36, rue de l'Ancienne-Mairie - 92100 Boulogne  
Tél. : 605.78.90

**NOUVEAU**

à ROUEN, ANGERS  
et bientôt 25 autres villes

# LA PRESSE MODULAIRE

à bandes filtrantes

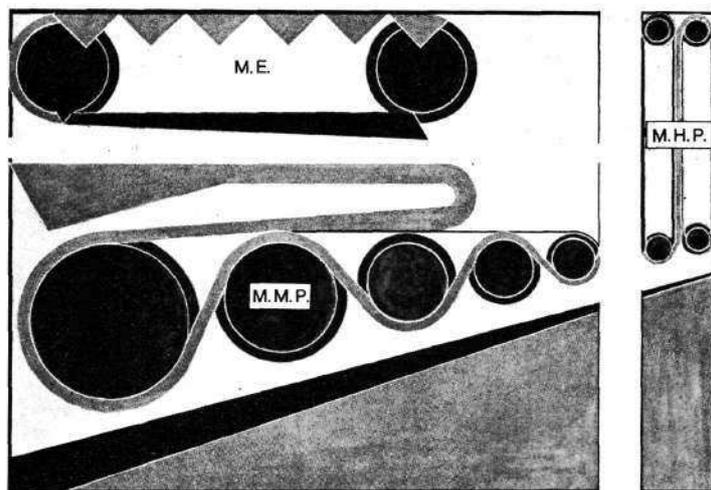
sous pression continue

*siccités élevées garanties  
autocombustibilité des boues garantie*

---

documentation et références

---



MATERIELS ET EQUIPEMENTS POUR LA QUALITE DE LA VIE

## MECAVI

1, rue du Chevalier Robert 67000 STRASBOURG

☎ (88) 31.42.32

# TORKRET TRAVAUX SPECIAUX

## Méthodes de confortement des maçonneries (Ouvrages d'Art, Bâtiments, Monuments Historiques, Galeries...)

*M. Claude FERT, Directeur Technique TORKRET*

La résistance de la pierre n'est pas éternelle, les mortiers de hourdage et de jointement s'altèrent eux aussi sous l'action de l'environnement. Les changements opérés dans les moyens de transports et dans l'activité économique ont introduit des sollicitations imprévues lors de la construction. Devant le nombre croissant des ouvrages dégradés, il devient impossible d'envisager la démolition ou l'abandon de tous ceux qui présentent des faiblesses. Le problème posé est bien de trouver des techniques de confortement économiques et éprouvées qui adaptent la construction aux sollicitations actuelles et prévisibles, dans le respect architectural de la maçonnerie et sans gêne excessive pour les usagers lors des travaux.

Les contraintes économiques et techniques excluent une utilisation généralisée des modes de construction de l'époque pour remédier aux dommages. Par contre, les connaissances acquises avec les matériaux modernes de construction, permettent d'envisager une réduction durable et sûre des instabilités constatées.

### 1. Les causes de l'altération :

Elles tiennent principalement aux facteurs qui suivent :

#### 1.1. — Agressions chimiques :

Les constituants de pierres naturelles, des matériaux de hourdage ou de jointement présentent tous une réactivité aux agents chimiques contenus dans l'air ou dans l'eau. L'augmentation des pollutions n'a fait qu'accélérer les processus inévitables de corrosion qui se traduisent par une érosion progressive et une modification des compositions des parements, quelquefois par une altération en profondeur.

#### 1.2. — Intempéries :

L'eau est un facteur fréquent de déstabilisation des matériaux de construction. Infiltrée dans les capillarités, porosités ou micro-fissures, elle déclenche des délabrements par entraînement des sels solubles. La recristallisation des sels dissous modifie la perméabilité et peut développer des contraintes capables d'altérer gravement les matériaux. Les intempéries, en particulier le gel, provoquent des décohesionnements progressifs générateurs d'instabilité. Sous l'effet de vitesses d'écoulement importantes, l'eau est capable d'éroder les matériaux, d'abraser les parties de la construction les plus exposées aux courants et aux turbulences qui accompagnent son écoulement, enfin de provoquer des poussées hydrostatiques déstabilisantes.

#### 1.3. — Surcharges :

Le développement fréquent de fissures dans la maçonnerie tient à la faible résistance en traction et au cisaillement des matériaux qui la composent. C'est pourquoi, l'adaptation à ces contraintes se fait au prix de déformations permanentes préjudiciables au transfert réparti des charges. La fissuration se développe par suite de sollicitations alternées provoquées par les charges roulantes ou même les tremblements de terre, de chocs thermiques ou mécaniques. Enfin, l'altération des conditions de fondation peut provoquer des tassements différentiels capables d'engendrer la rupture des matériaux de construction.

#### 1.4. — Nouveaux risques :

L'introduction de matériaux nouveaux dans la maçonnerie porte en elle des facteurs nouveaux de délabrement. Par exemple, l'utilisation de l'acier dans la construction en maçonnerie exige que soient respectées les dispositions constructives nécessaires à la protection des armatures contre la corrosion. Cet oubli provoque des dégâts inévitables par le seul foisonnement des oxydes métalliques là où les barres ont été inconsidérément introduites. De la même manière, l'étanchement depuis la chaussée d'un ouvrage en maçonnerie, en l'asséchant parfaitement, peut entraîner par le seul retrait hydraulique des matériaux de la construction ancienne, la perte de contact puis la chute des parpaings constituant la maçonnerie de voûte.

Le délabrement d'une maçonnerie peut aussi intervenir avec la mise en contact d'un nouveau liant, incompatible avec les matériaux existants.

### 2. Les effets de l'Altération :

De l'analyse des avaries survenues aux ouvrages, il ressort que c'est en parement qu'elles apparaissent, logiquement, le plus souvent. Les pierres lépreuses, érodées, fissurées, les joints décollés ou disparus rident trop souvent les ouvrages en maçonnerie. Ces discontinuités génèrent des instabilités, souvent localisées, mais capables de se développer rapi-

dement et de mettre à terme, en péril la stabilité générale de l'ouvrage si rien n'est fait.

En effet, la perte de contact entre les matériaux de la construction introduit des singularités de fonctionnement, certes souvent acceptées, mais aux prix d'une adaptation de la maçonnerie, (d'ailleurs remarquables). Cette adaptation se réalise par le transfert des charges des parties défaillantes vers les parties les plus résistantes. La partie altérée, décohesionnée, se désolidarise alors peu à peu de la construction. Ce nouvel équilibre précaire introduit des sollicitations dissymétriques qui développent des contraintes de cisaillement ou de traction auxquelles la maçonnerie résiste fort mal. Sursollicité de la sorte, l'ouvrage se fissure, perd de sa cohésion et, au stade ultime, intervient la ruine complète. Fort heureusement, la générosité de la maçonnerie, à la mesure de l'importante énergie nécessaire à sa rupture, laisse souvent le temps d'envisager puis de réaliser un confortement qui permet d'éviter le pire. Il s'agit alors de trouver des méthodes qui rétabliront un fonctionnement sûr de l'ouvrage.

### 3. Différentes méthodes de confortement :

En bétonnant ou en rejointoyant conventionnellement on obtient une coopération médiocre entre l'ouvrage d'origine et le renforcement. Par contre, lorsque l'on projette à grande vitesse du béton ou du mortier (80 à 100 m/s avec la voie sèche) sur une surface préalablement préparée, donc expurgée de ses constituants sans résistance, l'énergie cinétique libérée par le béton projeté assure une liaison parfaite au support et au matériau compact. Le résultat est qu'au contact de la maçonnerie, l'adhérence du béton est excellente. Ainsi l'ensemble reconstitué ne diffère pas, de manière significative, d'un ensemble réalisé en une seule fois.

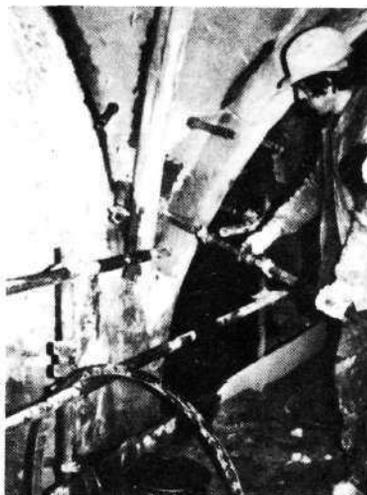
Au cœur des ouvrages, là où la mise en œuvre gravitaire, ou par projection des bétons ou des mortiers, ne peut pas garantir l'accès aux hétérogénéités de la maçonnerie, l'injection permet de réduire les discontinuités. Il faut alors injecter, par pompage, un mortier ou même, si les cavités sont de faible volume, un coulis de liant hydraulique. La régénération à cœur des maçonneries par cette technique consiste à réaliser des forages d'injection et de contrôle suivant un maillage et une profondeur adaptés afin de limiter l'injection aux seules parties à traiter. La préparation et la mise en œuvre du coulis ou du mortier doivent conférer aux matériaux frais fluidité et stabilité ainsi qu'une bonne résistance et qu'une faible capillarité lorsqu'ils ont durci. Le malaxage haute turbulence autorise l'élaboration de mortiers et de coulis de consistance colloïdale, stable en présence d'eau et donc injectables dans les parties immergées des ouvrages.

Toutes les discontinuités ne sont pas accessibles au coulis de ciments dont les performances sont malgré tout limitées. Pour atteindre certaines singularités telles que fissurations ou porosités, il est alors fait utilisation de produits spéciaux à comportement fluide classique. Les résines thermodurcissables, en particulier les époxydiques, donnent des résistances mécaniques immédiates importantes, très utilisées dans le scellement des ancrages. Pour étancher les maçonneries, protéger les ouvrages contre les eaux agressives, améliorer les contacts ouvrages, terrains encaissants, des résines acryliques formant un gel étanche ou des résines polyuréthanes souples peuvent être injectées en complément ou en remplacement des coulis de ciment. Dans ce dernier type de produits spéciaux, il existe même des formulations qui, au contact de l'eau, réagissent en formant une mousse expansive, rigide, à porosité fermée capable d'arrêter des venues d'eau même abondantes et sous forte pression. Dans tous les cas le liant doit être choisi en considérant son adaptation à l'ouvrage et sa compatibilité avec les supports sur lesquels il est destiné à venir en contact.

La régénération et l'homogénéisation interne des constructions en maçonnerie peuvent être complétées par l'introduction de barres, boulons, clous, épingles d'acier ou de fibre qui constituent des dispositifs de renforcement interne de la structure existante et augmentent ses possibilités de chargement. Certains de ces renforcements sont capables de développer à cœur des matériaux dans lesquels ils sont introduits, des précontraintes longitudinales ou même radiales qui améliorent les performances de résistance et de ductilité.

Le liaisonnement de ces dispositifs de renforcement interne de la construction aux confortements adhérents de parement consolide les possibilités d'adaptation de la construction renforcée. Ces méthodes de confortement confèrent à la structure ainsi réhabilitée, une stabilité et une

sécurité accrues grâce à l'augmentation spectaculaire des résistances et des déformations de rupture obtenues.



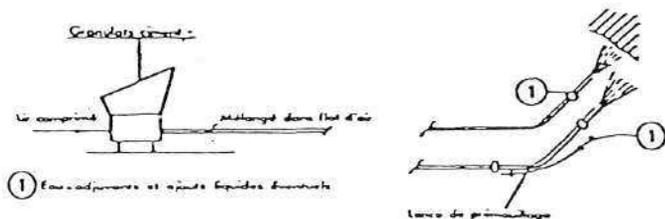
*Injection d'un produit spécial de confortement des maçonneries d'un monument historique.*

#### 4. La projection du béton et des mortiers de liant hydraulique :

Rappelons, pour mémoire, que la différence entre le béton et le mortier porte sur la dimension du plus gros granulat introduit dans le mélange. Si le mélange est constitué de granulats inférieurs à 5 mm, c'est un mortier, au-delà, il s'agit d'un béton. Les techniques de mise en œuvre par projection par contre, ne diffèrent pas. En effet, le béton ou le mortier projeté est mis en œuvre par transport dans une conduite puis projeté sur une paroi au moyen de l'air comprimé. Le matériel est essentiellement composé d'une machine où sont introduits mélangés les constituants du béton ou du mortier avec ou sans eau d'hydratation du ciment, d'une conduite de transport du mélange, enfin d'une lance située à l'extrémité de la conduite. Pour réaliser simultanément les deux fonctions de transport et de mise en œuvre, deux principes de fonctionnement sont actuellement utilisés.

##### 4.1. — La projection par voie sèche :

C'est le principe de fonctionnement découvert en 1907 par l'américain AKELEY. Le mélange du ciment des agrégats sec ou à humidité naturelle est introduit dans la machine. Ce mélange est ensuite transporté dans la conduite avec de l'air comprimé. Arrivé à la lance le mélange est hydraté avant d'être projeté sur le support.



*Projection du béton par voie sèche : le béton à humidité naturelle des agrégats est transporté par de l'air comprimé puis hydraté à la lance.*

La dilution du mélange sec par l'air comprimé établit dans la conduite une grande vitesse de transport, ce qui autorise de grandes longueurs de transport (plus de 500 m à l'horizontale) et des vitesses de projection du béton de 80 à 100 m/s à la lance.

##### 4.2. — La projection par voie humide :

Le béton frais ou le mortier est introduit hydraté dans la machine puis transporté par pompage dans la conduite. A la lance de projection est introduit l'air qui assure la projection.

Dans ce principe de fonctionnement, la densité élevée du matériau pompé interdit les grandes longueurs de transport ainsi que les vitesses élevées de projection. Par ailleurs, le pompage requiert un béton ou un mortier très plastique, ce qui rend souvent nécessaire l'utilisation d'accélérateurs de prise ou d'ajouts spécifiques, introduits à la lance de projection, qui "raidissent" le béton et le mortier projetés.

##### 4.3. — Domaines d'emploi :

Dans la projection par voie humide, la vitesse de projection est trop faible pour former la couche d'adhérence et réaliser le martèlement énergétique du béton en place. De ce fait, les adhérences et les résistances obtenues sont moindres. Ces raisons font utiliser la voie humide dans les travaux où les résistances intrinsèques et les adhérences requises

sont peu élevées, ce qui exclut généralement le domaine de la réparation et du renforcement de son activité.

##### 4.4. — Prescriptions sur le béton projeté :

Les qualités du béton projeté durci dépendent étroitement, comme pour un béton pompé ou versé, du choix des constituants ainsi que du soin apporté à sa composition et projection.

En France, l'Association Française du Béton a publié en 1977, des recommandations relatives à la mise en œuvre du béton projeté.

##### 4.5. — Qualité :

Les résultats obtenus sur le béton projeté montrent que les caractéristiques des matériaux mis en place par ce moyen répondent aux exigences des règlements en vigueur. Toutefois les qualités obtenues dépendent étroitement de la compétence technique du personnel préposé à la fabrication et à la projection.

#### 5. Exemples de confortement :

##### 5.1. — Rejointoiement des maçonneries :

Le disjointoiement des maçonneries provoque des plaies disgracieuses par lesquelles le mal se propage à cœur de la construction.

Pour réduire les instabilités qu'il introduit il est nécessaire de remplir parfaitement les cavités depuis les parements. La projection du mortier



*Rejointoiement mécanique profond adhérent par projection - voie sèche - d'un mortier de liant hydraulique. Notez l'arrivée séparée de l'eau (petit flexible) et du mélange des agrégats et du ciment à humidité naturelle (gros flexible).*

de liant hydraulique va autoriser mécaniquement ce rejointoiement profond. Il est possible en utilisant le principe de projection par voie sèche d'accéder même en clef de voûte et en présence d'humidité, à des profondeurs supérieures à 10 cm. Le remplissage complet conditionne en effet la répartition équitable des efforts entre tous les constituants de l'ouvrage d'origine avec lesquels le mortier de rejointoiement est en contact. Toutefois le rétablissement correct du fonctionnement de la maçonnerie nécessite que les contacts ainsi rétablis ne soient pas détruits sous l'effet des surcharges permanentes ou dynamiques, ainsi que des variations de température. Les différents matériaux introduits dans la construction en maçonnerie n'ont pas tous les mêmes propriétés.

Les déformations axiales ou transversales sous l'effet des sollicitations ne sont pas les mêmes pour un mortier et une pierre naturelle. Ce comportement différent fait que l'interface mortier parpaing est le siège d'efforts de cisaillement. C'est pourquoi le rejointoiement nécessite la recherche d'une adhérence parfaite au support.

Cette adhérence est d'ailleurs sollicitée dès les mises en œuvre du mortier de rejointoiement, puisque la prise du ciment engendre un retrait. On sait qu'il est possible de réduire ce retrait de prise en appliquant au mortier une contrainte de traction pendant son durcissement. En conservant une contrainte inférieure à la résistance ultime du matériau en cours de durcissement, il est réalisé un retrait compensé. Dès sa mise en œuvre le mortier projeté adhère aux supports. Les supports s'opposent au rétrécissement du mortier frais. Le retrait est naturellement compensé. Nous retrouvons bien entendu le même mécanisme de compensation du retrait avec le béton projeté adhérent.

Pour répondre au souci de stabilité des formes, le choix du matériau de rejointoiement devrait idéalement porter sur celui qui possède des propriétés identiques à celles des parties anciennes de l'ouvrage qui ont résisté à l'altération. Avec la très vaste gamme des liants hydrauliques et des agrégats disponibles, il est possible de conférer des propriétés mécaniques et hygroscopiques voisines de celles du matériau d'origine. Pour éviter une modification radicale de la perméabilité et de la rigidité de parement par le rejointoiement, on peut être conduit à utiliser des liants constitués de chaux et de ciment ou de chaux pure. Les machines

de projection par voie sèche transportent et mettent en œuvre ces mélanges dans les mêmes conditions qu'un mortier ou un béton de ciment. Il peut être obtenu des mortiers de rejointoiment étanches et résistants au gel ou aux eaux agressives. Chaque fois que l'exposition des parements et l'agression de l'environnement le justifient, il y a lieu de choisir un liant, et des granulats adaptés. Pour répondre au légitime souci du respect architectural de la construction et d'intégration au site on effectue un façonnage de parement sur une couche de finition généralement teintée dans la masse. Enfin il y a toujours lieu de créer des zones de drainage et d'aération de la maçonnerie en quantités suffisantes, sachant qu'une négligence en la matière peut être fatale à la stabilité et à la durabilité de la construction.

### 5.2. — Jointoiment de maçonnerie de pierre sèche :

Dans les maçonneries de pierres sèches, la projection va permettre d'introduire en profondeur le mortier ou le béton de confortement. Le choix entre les deux matériaux est essentiellement fonction des volumes disponibles.



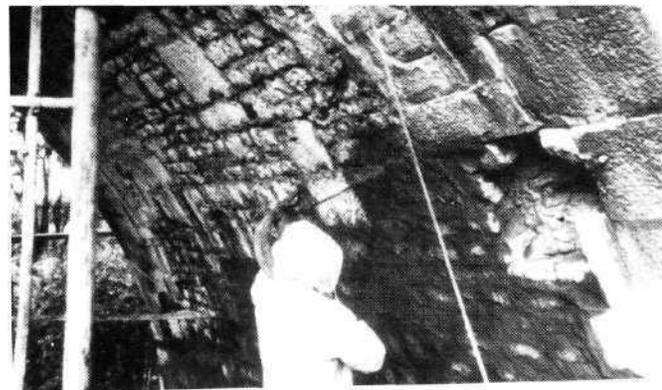
*Jointoiment de maçonnerie de pierres sèches (250 kg de micro-béton par m<sup>2</sup> de parement a été introduit dans ce mur).*

En garantissant la continuité des contacts, le jointoiment mécanique des maçonneries de parement élimine ceux ponctuels qui prévalaient dans la construction ancienne. La réduction des possibilités de poinçonnement exige que le béton de confortement adhère et ait des propriétés mécaniques voisines de celles des pierres de la construction d'origine.

Ce traitement qui modifie complètement l'imperméabilité des ouvrages nécessite l'établissement d'un drainage tant pendant qu'après les travaux. Il suffit très souvent de ne pas jointoyer la maçonnerie de place en place pour réaliser cette condition.

### 5.3. — Reconstitution des pierres de parement :

La disparition ou l'altération localisée de pierres de parement peut avoir plusieurs origines : chocs accidentels, vandalisme, feu, médiocrité du matériau de construction, malfaçons, exposition intense aux intempéries. Pour reconstituer une pierre de parement disparue ou altérée le traitement consiste à mettre en œuvre sur des supports sains et propres un béton projeté. Le béton, doit remplir parfaitement les cavités, adhérer aux parements et avoir une résistance et un module suffisants pour rétablir le fonctionnement homogène de la construction. Par mesure de précaution il y a toujours lieu de vérifier que la disparition de



*Rejointoiment en plafond, reconstitution de pierres manquantes par projection de béton sur l'intrados d'une voûte.*

certaines pierres de parement n'a pas provoqué de décompression dans les maçonneries environnantes. Dans l'affirmative un rejointoiment mécanique complété d'une injection de ciment limitée à 0.2 MPa peut recréer la continuité des contacts entre les éléments de la maçonnerie. En projetant une couche de finition teintée et en façonnant les parements on retrouve l'aspect initial.

Lorsqu'il s'agit de remplacer un matériau altéré, en place, le béton projeté de substitution est le même que celui utilisé pour reconstituer un

matériau disparu. Toutefois, l'opération exige qu'il soit pris des précautions particulières pendant la réalisation des travaux. L'élimination des parpaings altérés peut en effet entraîner des instabilités périphériques. Bien souvent la prévention de ces instabilités nécessite des confortements provisoires réalisés avant la démolition des pierres altérées.

Ces précautions prises, le béton projeté de reconstitution opère un confortement dont les qualités sont très différentes d'un confortement réalisé avec une pierre de remplacement ou avec un béton coulé et vibré. En effet avec ces dernières méthodes il y a une première réelle difficulté à réaliser le plein remplissage des cavités. De plus le retrait du béton ou du mortier se fait en toute liberté puisque par des moyens manuels il est impossible d'obtenir l'adhérence nécessaire aux supports qui viendra compenser le retrait de prise.

De ce fait, le retrait décolle des supports le béton ou le mortier mis en œuvre traditionnellement et le passage des contraintes de compression dans les reconstitutions ainsi réalisées ne peut se faire qu'après avoir retrouvé les contacts entre le matériau ancien et le matériau nouveau.

### 5.4. — Coque Adhérente de confortement :



*Chemisage d'intrados d'une voûte avec un béton projeté armé, adhérent.*

Le confortement d'une construction peut être motivé par le délabrement général des parements, l'instabilité de la construction ou son inadaptation à une nouvelle utilisation. Les parements sont la partie la plus accessible. Plutôt que d'opérer une démolition puis une reconstruction complète de la structure en maçonnerie, il est possible de la conforter avec une coque de béton projeté, armé et adhérent tout en maintenant son exploitation. L'effet confortatif du chemisage adhérent peut être augmenté en utilisant des armatures de renforcement interne qui homogénéisent et améliorent les résistances mécaniques de la maçonnerie dans lesquelles ils sont introduits. Liaisonnés aux armatures du béton projeté ces dispositifs améliorent le transfert des charges entre la partie ancienne et nouvelle de la construction.

### 5.5. — Confortement des maçonneries fissurées, poreuses ou cavernueuses :

Les fissurations, porosités, cavernes peuvent constituer des risques pour la sécurité et la durabilité de la construction. La méthode de restauration de la partie altérée dépend de la nature des dégradations.

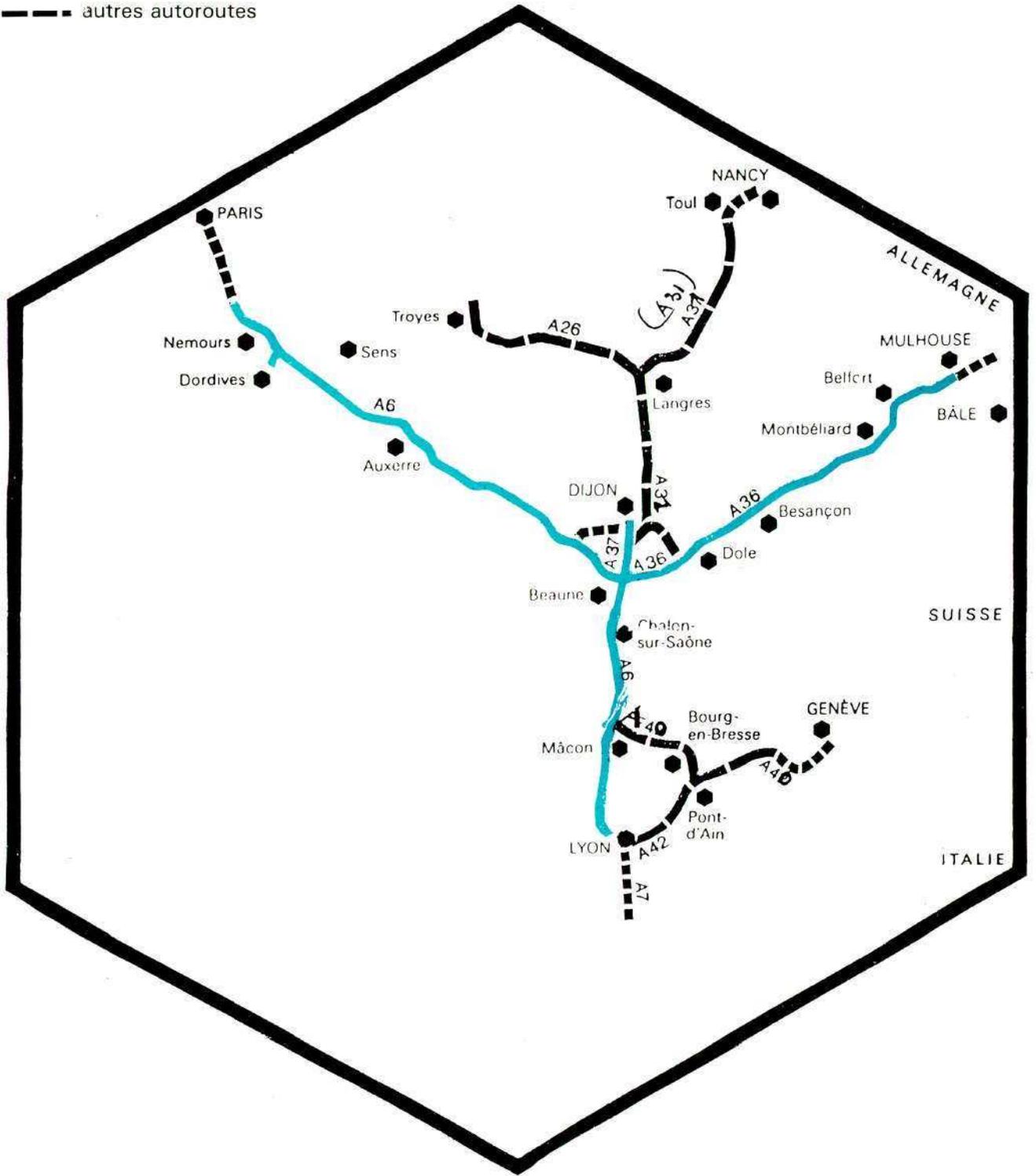
Si les efforts excèdent les possibilités de la maçonnerie, il en résulte des fissurations. Toutes les fissurations ne mettent pas en danger la sécurité de la construction. Les risques sont très différents suivant la cause, la position et l'importance des déformations permanentes. La fissuration structurelle dans les parties comprimées a une incidence bien plus défavorable sur les performances de service de la construction que celles apparaissant dans la partie tendue. La fissuration est alors d'autant plus dangereuse que son tracé correspond au développement des contraintes principales. Par conséquent, les brèches doivent alors être remplies en injectant un matériau adhérent et résistant bien à la compression, afin d'assurer le transfert des charges et interdire les glissements transversaux entre les parties fissurées.

Chaque fois que les vides à remplir autorisent l'écoulement du coulis de liant hydraulique c'est lui qui sera employé en priorité.

Par contre, le domaine d'intervention des produits spéciaux de restructuration est essentiellement celui de la fine fissuration ou porosité, là où les conjugaisons imparfaites, les micro-ruptures des pierres ne permettent plus au coulis de ciment de progresser.

# AUTOROUTES DE LA SAPRR

-  en service
-  en étude et en construction
-  autres autoroutes



**SOCIÉTÉ DES AUTOROUTES PARIS RHIN RHÔNE**

41 BIS, AVENUE BOSQUET - 75007 PARIS - TÉL. 550.32.29

# TERRASSEMENT GENIE CIVIL

## RAZEL

100 ans  
d'Entreprise

Entreprise RAZEL Frères Christ de SACLAY (Essonne) BP109 - 91403 ORSAY Cedex - Tél(6)941.81.90 +  
PARIS , ALGER , DOUALA , LIBREVILLE , ABIDJAN , COTONOU , BRAZZAVILLE

# VSL

Procédés spéciaux  
de construction

**VSL France**  
entreprise pour l'exécution de

Câbles de précontrainte  
Tirants en rocher  
et en terrains meubles  
Coffrages glissants  
Manutention de lourdes charges  
Nattes en béton  
Calfeutrement de joints

VSL France S.a.r.l.  
154, rue du Vieux Pont de Sèvres  
92100 Boulogne  
Tél. 621.49.42



# SCETAUROUTE

## Bureau d'Études et d'Ingénierie Autoroutier

Direction Générale :  
2, rue Stephenson 78181 ST-QUENTIN-EN-YVELINES Cédex

**Tél. : 043.99.27**

Télex : SETROUT 698 061 F

### AGENCES A :

AGEN - ANNECY - BORDEAUX - CLERMONT-FERRAND  
DIJON - LILLE - NANCY - NIORT - PAU  
ROQUEBRUNE-SUR-ARGENS - ST-QUENTIN-EN-YVELINES  
TOULOUSE

AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES

CENTRALES NUCLEAIRES

CENTRALES THERMIQUES

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

TRAVAUX DE PORTS

ROUTES

OUVRAGES D'ART

BETON PRECONTRAIN

CANALISATIONS POUR FLUIDES

CANALISATIONS ELECTRIQUES

PIPES-LINES



entreprises

delli-zotti sa

Société Anonyme au Capital de 8.148.240 Francs

Siège Social :  
Carrière des Grands Caous BOULOURIS  
83700 SAINT-RAPHAEL

CARRIERES — SABLIERES — TRANSPORTS  
LOCATION de MATERIELS de LEVAGE et T.P.  
MATERIAUX DE CONSTRUCTION  
FORAGES — DRAGAGE DE PORTS  
TRAVAUX SOUS-MARINS  
REPRESENTATIONS INDUSTRIELLES

Télex 470 178  
Siège Administratif :  
670, av. De Lattre de Tassigny 83601 FREJUS Cédex  
B.P. 104 — ☎ 16.(94) 51.40.90

# G T M

## Grands Travaux de Marseille

✉ 61, avenue Jules-Quentin  
NANTERRE (Hauts-de-Seine)

☎ (1) 725.61.83

Télex : GTMNT 611 306 — Télécopieur

1982

# 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 1982 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 ..... 270,00 F  
T.V.A. 17,60 ..... 47,50 F  
Frais d'expédition en sus ..... 25,00 F

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

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

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





"AQUARIUS", "LIBRA" et "TAURUS", Dragues de haute mer - 3000 et 5000 cv sur la désagrégateur.

## TRAVAUX PORTUAIRES ET MARITIMES

## DRAGAGES ET REMBLAIS HYDRAULIQUES

## TRAVAUX FLUVIAUX

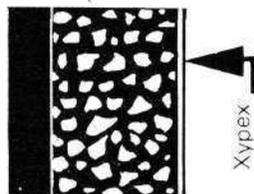
•  
*UNE FLOTTE DE  
DRAGUES TRES SPECIALISEE*



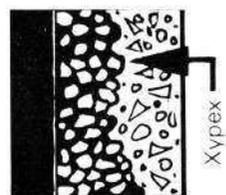
# Zanen (France) S.A.R.L.

65, rue du Général-Galliéni 93107 MONTREUIL Cédex

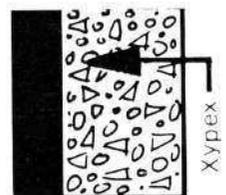
☎ (1) **858.74.84** – Télex : 213 039



1) après  
l'application



2) après  
plusieurs semaines



3) après  
plusieurs mois

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Pour tout renseignement, s'adresser à*

**XYPEX CHEMICALS FRANCE**

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

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

*Spécialistes de Matériel de Télécommunications  
étanches et blindés*



TELEPHONIE  
SIGNALISATION  
SONORISATION  
INTERPHONIE  
BRANCHEMENT ET  
ACCESSOIRES...

**TÉLÉPHONES LE LAS**

☎ (1) 734.85.96

131, rue de Vaugirard 75015 PARIS  
TELEX LE LAS 250 303 PUBLIC PARIS

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



A-8 AIX EN PROVENCE  
FRONTIERE ITALIENNE  
A ET B 52 AIX - AUBAGNE - TOULON  
SECURITE - CONFORT - RAPIDITE

# SIGNALISATION ROUTIERE



**La SESIRT spécialiste depuis 15 ANS**

*Toutes études de Signalisation, Jalonnement, Sécurité  
Nombreuses références : D.D.E. — Villes — Etranger.*

**SOCIETE D'ETUDES DE SIGNALISATION ROUTIERE TOUBAS**

2, RUE STEPHENSON, 78181 SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES CEDEX FRANCE  
TEL. (3) 043.99.27 — TELEX SETROUT 698 061 F

— LYON — AIX-EN-PROVENCE — TOULOUSE — BORDEAUX —



Société  
d'exploitation

**GAILLEDRAE**

Société Anonyme au capital de 480.000 Francs

LOCATAIRE-GERANT DE L'ENTREPRISE GAILLEDRAE PERE & FILS

**TRAVAUX PUBLICS - ROUTES  
AERODROMES - BETON ROUTIER**

17, rue Pierre Rigaud 94204 IVRY-SUR-SEINE - Tél ex gayedra 202 342 F

☎  
**672.95.05**

# UN EXEMPLE D'ÉVOLUTION DES TECHNIQUES

par Monsieur Hubert MAILLANT,  
Directeur Général de la Société de l'Autoroute Estérel Côte d'Azur  
(ESCOTA)

La première chaussée de l'autoroute du contournement de Nice entre l'échangeur de Saint-Isidore et Le Paillon a été réalisée entre 1973 et 1976. Ces travaux comprenaient la totalité des terrassements, les rétablissements de communication, mais seulement les ouvrages exceptionnels - viaduc ou tunnel - d'une seule chaussée. Ils ont représenté, en Francs courants, un investissement de 413 MF pour 10 kilomètres.

Le trafic de transit et de desserte lourde a connu une forte croissance au cours des premières années d'exploitation, passant en moyenne journalière annuelle de 10 671 véhicules dont 2 427 poids lourds en 1977, à 19 042 véhicules dont 3 585 poids lourds en 1980. Les conditions d'exploitation sont, de ce fait, devenues très difficiles, et ont entraîné en 1980 l'engagement des travaux de la deuxième chaussée qui sera réalisée en deux phases, Nice-Nord — Le Paillon pour la période estivale 1982, et Saint-Isidore — Le Paillon pour la période estivale 1984. Il est intéressant d'avoir un aperçu sur l'évolution des techniques et des modes de construction entre les deux chantiers.

Il faut d'abord préciser que les contraintes d'exécution sont différentes : d'une part, il s'agit de construire un second ouvrage à proximité d'une chaussée en service supportant un trafic très important, avec l'impossibilité d'envisager une quelconque interruption de circulation pour certaines phases de travaux, d'autre part, les contraintes d'environnement ont elles aussi évolué, et il est exclu d'envisager dans un tel site urbain d'augmenter les nuisances, en particulier dans le domaine du bruit.

En ce qui concerne les viaducs, les points essentiels à signaler sont les suivants :

- l'impossibilité de travailler en continu condamne les coffrages glissants pour les piles. Ceci représente une perte de temps importante, ainsi, pour la pile la plus haute du viaduc du Magnan (90 m), le délai d'exécution passe de 5 semaines à 14 semaines avec des coffrages grimpants.
- l'utilisation de la technique des voussoirs préfabriqués posés à l'avancement avec haubanage provisoire (cf. photo) pour les viaducs du Vallon des Fleurs et de Banquière, avec une partie de la précontrainte intérieure au caisson mais extérieure au béton, les câbles de forte puissance (12 T 15) étant ancrés dans les voussoirs d'appui.
- par ailleurs, un effort important est fait pour le suivi des ouvrages, tant dans la phase de construction que dans l'exploitation ultérieure : suivi de la tension des câbles de précontrainte à l'aide de cellules Glœtzl, pesée des réactions d'appui. Enfin, il faut indiquer

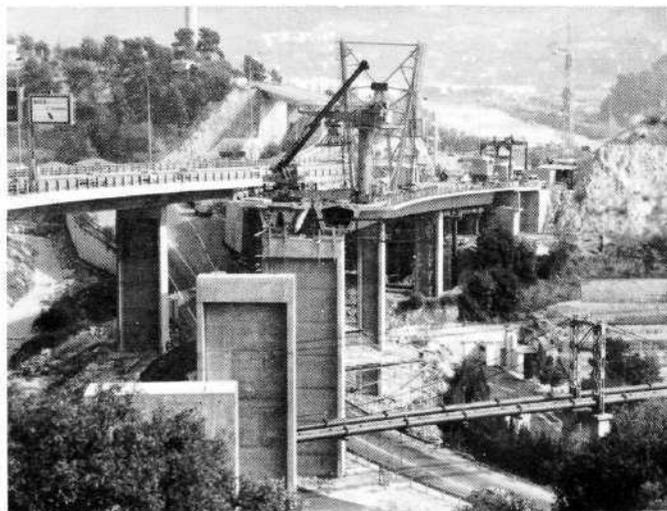
que la précontrainte additionnelle est prévue extérieure au béton, ce qui faciliterait tout renforcement éventuel ultérieur.

En ce qui concerne les tunnels, l'évolution la plus notable à souligner réside dans l'excavation réalisée par deux entreprises adjudicataires par des machines à attaque ponctuelle de forte puissance, de l'ordre de 200 KVA, sur la tête de havage. Ces machines permettent de réduire considérablement le cycle, et donc le délai ; l'exemple du tunnel de la Baume est significatif : pour le premier tube, l'excavation de la 1/2 section supérieure (50 m<sup>2</sup>) à l'explosif a duré 39 semaines, alors que la 1/2 section supérieure du tube Sud (40 m<sup>2</sup>) a été réalisée en 18 semaines avec la machine à attaque ponctuelle, cette méthode a de plus l'avantage de ne pas entraîner de risque pour le tube voisin en circulation.

Les rendements des machines à béton projeté se sont largement améliorés, et dans le soutènement par la méthode autrichienne, la technique du scellement au refus permet une meilleure liaison au terrain des ancrages passifs.

Enfin, il faut noter que le souci de ne plus avoir d'écoulement d'eau apparent a amené la mise en place d'une étanchéité totale par application à l'extrados d'une feuille de chlorure de polyvinyle armé.

Telles sont les grandes lignes des évolutions constatées en six ans dans l'exécution de ces ouvrages exceptionnels, en précisant cependant que si la technique a évolué, les conditions de réalisation tiennent également compte de l'expérience acquise lors des premiers chantiers, qui permet de limiter les aléas au passage des zones difficiles.



Viaduc de Banquière, dans le fond le tunnel de la Baume.



Avec les autoroutes  
**L'AQUITAINE**  
 Paris-Orléans-Tours-Poitiers  
 et  
**L'OCÉANE**  
 Paris-Chartres-Le Mans-Vitré  
 Angers-Nantes(\*)

**SÉCURITÉ - RAPIDITÉ  
 MOINS DE FATIGUE**

(\*) Ouverture Angers-Nantes, fin 1980.

**COFIROUTE**

42, avenue Raymond-Poincaré  
 75116 Paris - Tél. 505.14.13



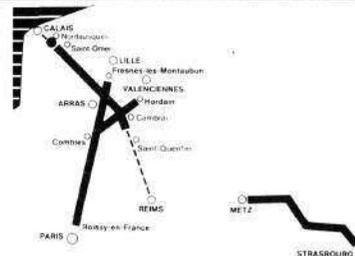

**SOCIÉTÉ  
 DES AUTOROUTES  
 DU NORD ET DE L'EST  
 DE LA FRANCE**

SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE MIXTE À BUT NON LUCRATIF

Situation au 1-1-83: **en service : 471 km**

- A1 Roissy-en-France-Fresnes-les-Montauban
- A2 Comblès-Hördan
- A26 Saint-Omer-Cambrai
- A4 Metz-Strasbourg
- en construction : 14 km**
- A26 Saint-Omer-Nordausques
- en projet : 143 km**
- A26 Nordausques-Calais
- A26 Cambrai-Reims

**Un outil indispensable  
 au développement  
 des régions du Nord  
 et de l'Est de la France**



**SANEF : 41 bis, avenue Bosquet, 75007 Paris - Tél. 550.32.29**



**Geodimeter Appareils de topographie**

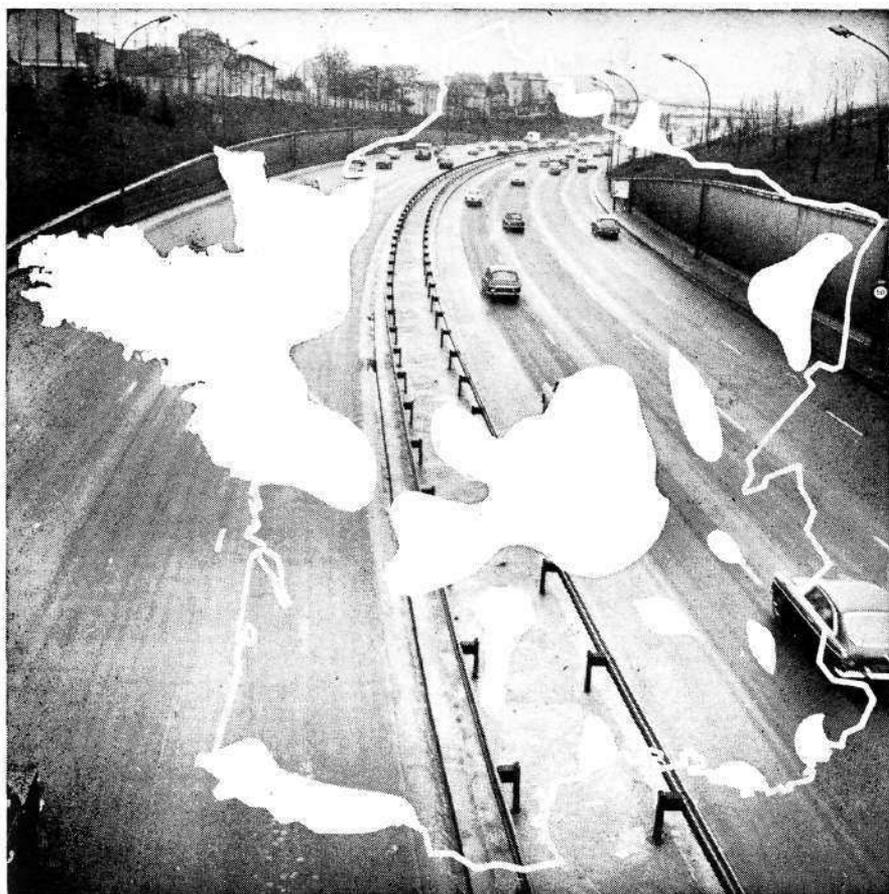
**AGA** Mesure électronique des distances depuis 1947

- Mesureurs de distances infrarouge montables sur théodolites, directement autoréducteurs.
- Appareils intégrés tout électronique.

Enregistrement sur mémoire électronique. Mesure continue des distances horizontales (sur mobile) en 0.4 seconde. Distance horizontale et dénivelée directes.

- Bathymétrie
- Lignes électriques
- Forages, sondages
- Travaux en mer
- Routes, autoroutes
- Lotissements
- Zones industrielles
- Ouvrages d'Art

AGA GEOTRONICS S.A.R.L. - 12, avenue du 8 Mai 1945  
 95200 SARCELLES - Tél.(3) 990.45.98 - Telex AGAGEOM 695740 F



**partout en France  
la qualité  
c'est notre affaire**

GESTION PUBLICITAIRE PHOTOS S.A.

SYNDICAT NATIONAL DES  
**PRODUCTEURS DE MATERIAUX D'ORIGINE ERUPTIVE,  
CRISTALLOPHYLLIENNE ET ASSIMILES**

3, rue Alfred-Roll - 75849 PARIS CEDEX 17  
Tél. : 766.03.64

Un tiers du sol national recèle des gisements de valeur.

# **ENTREPRISE JEAN SPADA**

**TRAVAUX PUBLICS ET PARTICULIERS  
BATIMENT  
CARRIERES — BALLASTIERES  
TRANSPORTS  
PORTS DE PLAISANCE**

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

*RCS NICE B 958 804 551*

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

**Tél. : 56.25.25**  
Telex SPADANI 970083 F

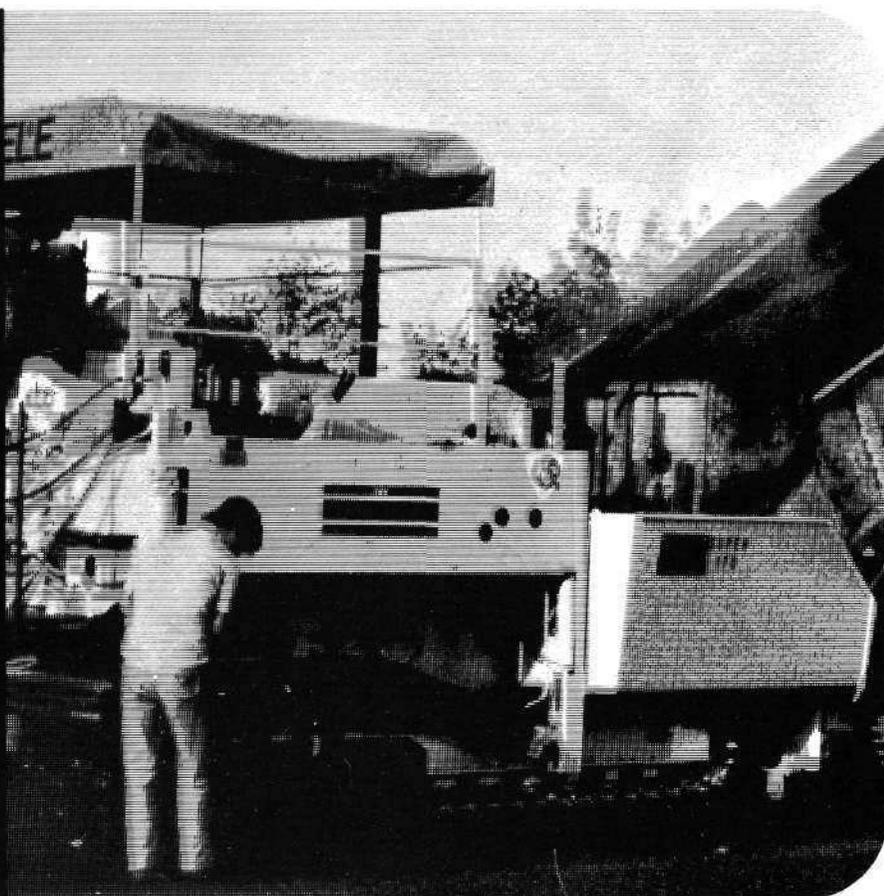
# tapiprène

## enrobés aux élastomères

**SCR**

CHIMIQUE DE LA ROUTE

5 avenue morane saulnier 78141  
Velizy Villacoublay CEDEX  
boite postale n°21 téléphone 946 96 60



# TRANSROUTE

SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE

POUR LES TRANSPORTS ET LA ROUTE

Infrastructures ouvrages d'art

Routes, Autoroutes,  
Voies ferrées, Aéroports

Equipements de la Route

Exploitation Sécurité Signalisation

2, rue Stephenson  
78181 St-Quentin-en-Yvelines

☎ (3) 043.99.27

Télex : 698 061 F

**TRANS  
ROUTE**

**TOULOUSE - BORDEAUX**



## S.L.A.M.

43, Bd du Mal-Joffre  
92340 BOURG-LA-REINE  
Tél. : (1) 664.43.00

GYPSONAT ®  
CENDRES VOLANTES  
LAIERS GRANULES  
LAIERS CONCASSES  
DIORITES de VENDEE  
PORPHYRES ROSES de BOURGOGNE  
QUARTZITES de l'ORNE  
POUZZOLANES  
SEL ANTI-GEL  
GRAVES LAITIER et  
GRAVES CIMENT  
GRAVES CENDRES VOLANTES  
GRAVES EMULSION  
GRAVES RECONSTITUEES  
SABLES & GRAVILLONS  
SILICO-CALCAIRES  
SABLONS  
CHAUX GRASSE ET CHAUX VIVE  
POUZZOSPORT ®  
TERRASPORT ®  
POUZZOSPORT-TENNIS ®  
SCHISTES ROUGES

7 centrales routières  
14 dépôts embranchés  
2 installations portuaires

ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

**BORIE-SAE** 

TERRASSEMENTS  
TRAVAUX SOUTERRAINS  
BETON ARME ET PRECONTRAIT  
GENIE CIVIL INDUSTRIEL  
OUVRAGES D'ART  
TUNNELS  
BARRAGES

**BORIE-SAE** 

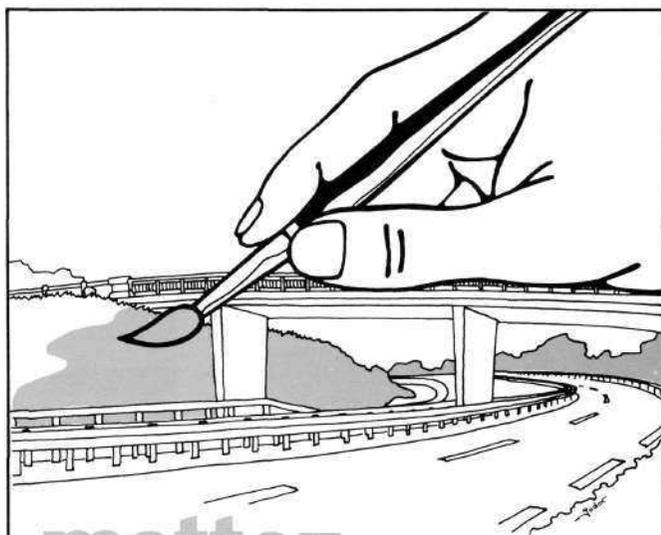
92, av. de Wagram  
75017 PARIS

**En France  
comme à l'étranger**



**JEAN LEFEBVRE**  
*travaille pour vous*

DOCUMENTATION AU SERVICE COMMERCIAL  
11, BD JEAN-MERMOZ 92202 NEUILLY/SEINE  
TEL. 747.54.00



**mettez  
une touche de  
vert  
dans le décor...**

**BIOVERT**

*un procédé d'engazonnement efficace  
sur sols stériles ou sans terre végétale ...*

**PRINCIPE**

Ce procédé consiste à installer dans la couche superficielle du sol des colonies microbiennes. Celles-ci dégradent les matières organiques qui donnent aux plantes les solutions minérales dont elles peuvent se nourrir. Les végétaux peuvent alors se développer, leurs racines fouillent le sol, l'aèrent, puis se décomposent en donnant naissance à l'humus qui caractérise les terres végétales.

**UTILISATIONS**

Biovert peut s'appliquer à tous les cas, s'il s'agit d'implanter rapidement une végétation :

- talus de routes et bas-côtés,
- terre-plein central d'autoroutes,
- digue de retenue,
- dunes et sables,
- pistes de ski,
- décharges publiques, etc...

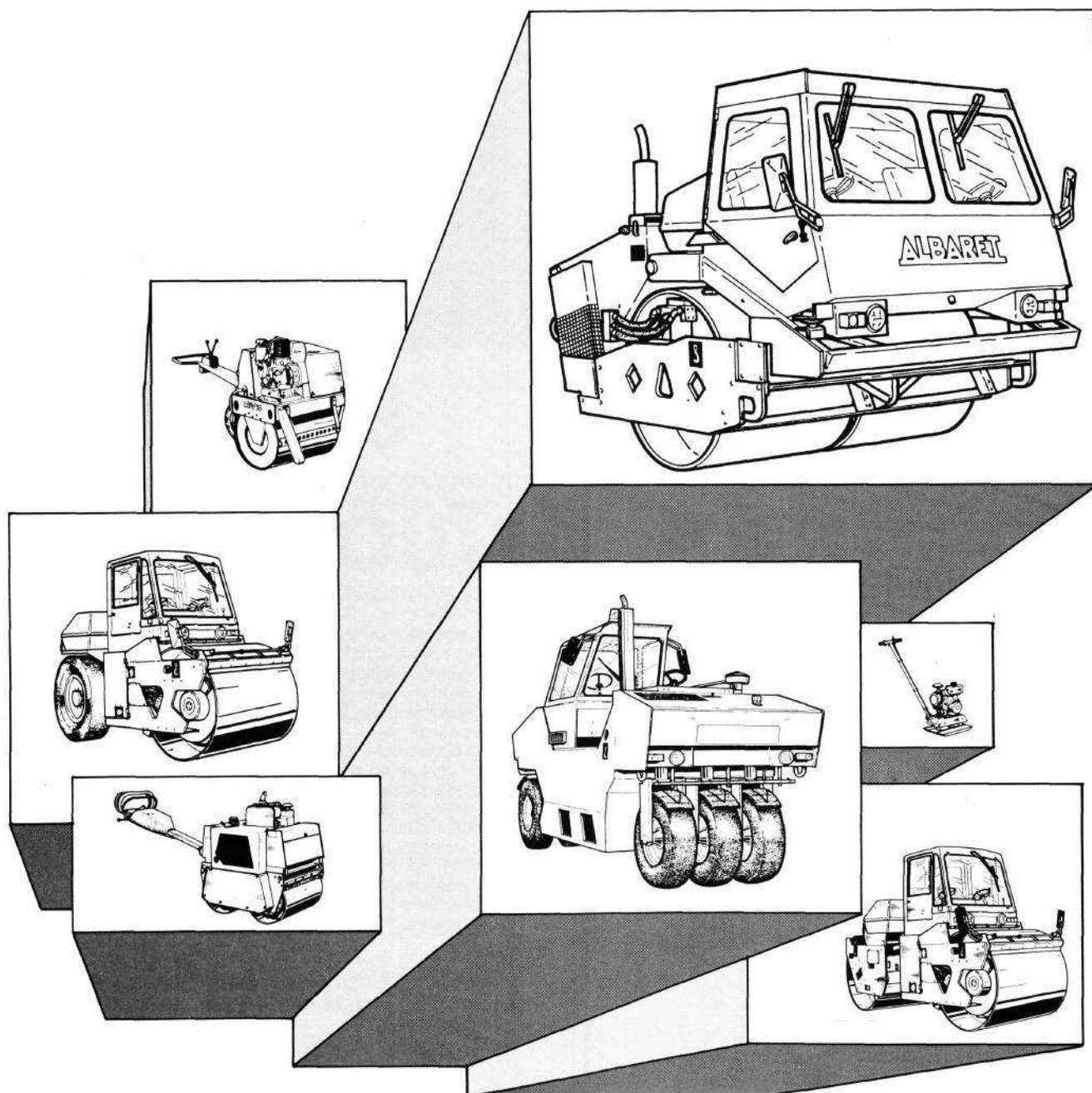
**SOCIETE SOTEV/BIOVERT - TEL. (80) 34.34.95  
R.N. 74 - DIJON-BEAUNE - 21220 FIXIN**

**78, RUE DE LA COUDRE  
71000 CHALON-SUR-SAONE  
TEL. 16 (85) 46.16.31**



**BIOVERT**

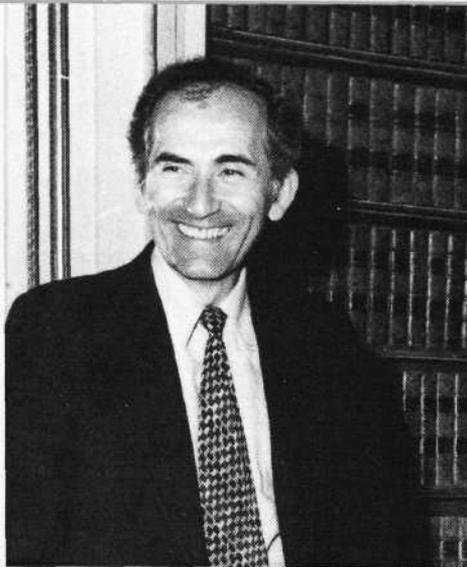
# COMPACTEZ avec poids et mesure



Par son étendue (50 kilos à 50 tonnes)  
et sa finesse (plus de 25 modèles),  
la gamme Albarét répond précisément à vos besoins.  
L'adaptation du matériel à votre chantier  
permet une exécution rapide des travaux  
donc une rentabilité optimale.

## ALBARET

60290 Rantigny France  
Tél. (4) 473 31 55 Telex 140 050 F



# Éditorial

par Charles FITERMAN  
*Ministre d'État, Ministre des Transports*

Je voudrais tout d'abord remercier la revue PCM d'avoir pris l'initiative de publier un dossier sur la nouvelle politique routière et c'est bien volontiers que j'accepte de le préfacier. Même s'il s'agit là d'un domaine qui ne se prête pas à des innovations spectaculaires, il me semble qu'il y a en effet dans la réflexion engagée et les orientations retenues par le Gouvernement matière pour un tel dossier.

Nous ne sommes certes pas partis de rien : les qualités, la densité de notre réseau routier sont connues ; des investissements importants ont été consentis ; nous disposons de savoir-faire et de techniques de tout premier plan. Mais constatons en même temps que ce réseau routier a souffert, notamment dans les deux dernières décennies, de déséquilibres, de disparités, de gâchis même, qui lui portent de graves préjudices, ainsi qu'à l'économie des régions et du pays.

L'effort engagé se devait d'être par conséquent de cohérence et de rigueur : cohérence, par la définition, au travers de la loi d'orientation récemment adoptée par le Parlement, d'une politique globale, plurimodale et intermodale, de transports intérieurs ; cohérence pour accroître l'efficacité

économique de notre système de transport dans son ensemble et de chacun de ses modes, pour mieux répondre aux besoins collectifs ou individuels, pour mieux lier les décisions à prendre dans le domaine des transports à l'ensemble des éléments économiques, sociaux, humains, naturels avec lesquels elles interfèrent. Rigueur, dans la prise en compte de la situation économique actuelle et des contraintes qui en découlent, et qu'il s'agit de surmonter progressivement ; rigueur dans la gestion du service public, dans l'utilisation des moyens, de l'énergie et de l'espace, dans les choix et les arbitrages.

C'est ainsi que nous avons opéré un redéploiement partiel des moyens vers le réseau routier classique, base de l'irrigation des régions et des départements, et complément indispensable du réseau autoroutier qu'il convient d'achever à un rythme approprié. Ainsi également, qu'un effort nouveau est engagé en faveur de la politique d'entretien des routes, en particulier pour les renforcements coordonnés et pour l'entretien et la réparation des ouvrages d'art, cette politique de préservation du patrimoine devant être accentuée — les études économiques effectuées nous y invitent — en 1983. Ainsi enfin,

qu'est engagée la réforme des sociétés d'autoroutes, qui permettra d'assainir et de mieux assurer le fonctionnement du système autoroutier, tout en progressant vers l'harmonisation des tarifs.

Mais cohérence et rigueur n'impliquent en aucune façon à mes yeux restriction ou désengagement. Il s'agit au contraire de donner au développement des moyens et le maximum d'efficacité. Là est bien l'orientation qui a été retenue : en témoignent le budget et le déblocage d'un Fonds Spécial pour les Grands Travaux, qui assurent pour 83 une progression sensible des crédits routiers, progression qui doit en outre favoriser le soutien de l'activité et de l'emploi dans l'important secteur des travaux publics.

Dans le cadre de cet effort, une attention renforcée est et sera apportée au développement régional. Elle est illustrée notamment dans le projet de budget par l'accroissement des moyens consacrés aux programmes routiers, qu'il s'agisse des grands programmes visant à un aménagement plus équilibré du territoire national et au désenclavement de certaines régions (Bretagne, Massif Central, Grand Sud-Ouest) ou des programmes concertés avec les régions.

Au plan des investissements, une priorité est également donnée aux contournements urbains et aux déviations qui délestent les centres des villes du trafic de transit, et permettent une véritable reconquête des quartiers centraux, au profit des transports collectifs et plus généralement, de la vie urbaine. La circulation et le stationnement à l'intérieur des agglomérations seront par ailleurs facilités par la mise en place plus systématique, avec les autorités concernées, de véritables plans de déplacements urbains.

Tout cela doit contribuer à la diminution des nuisances liées à la circulation routière, qui fait par ailleurs l'objet de programmes spécifiques, les infrastructures nouvelles devant quant à elles répondre à des normes plus exigeantes.

L'ensemble de ces orientations prennent en compte un objectif majeur : le renforcement de la sécurité routière,

la réduction sensible du nombre d'accidents. Dans le cadre d'une politique soutenue et diversifiée, le Gouvernement a notamment retenu l'amélioration et le renforcement de la signalisation, ainsi qu'une action vigoureuse pour la résorption des points noirs, en particulier dans le cadre de programmes concertés avec les partenaires locaux.

Enfin, et c'est à mes yeux essentiel, au-delà de ces objectifs ou orientations, les méthodes de travail, les procédures d'évaluation et de décisions ont été infléchies : il convient en effet de les mettre à l'heure de la décentralisation, de les adapter aux responsabilités, aux compétences nouvelles des élus et des collectivités territoriales.

La décentralisation est une réalité à mon sens irréversible, même si elle comporte naturellement des limites, et implique le souci de préserver le niveau, la qualité, la cohérence du po-

tentiel technique dont nous disposons. Mais dans cet esprit, je considère que c'est une chance à saisir, notamment pour un secteur comme celui des transports. C'est aussi, dans une certaine mesure, un pari qu'il faut gagner.

Il est clair que ce processus de décentralisation n'est pas sans entraîner pour les ingénieurs des Ponts et Chaussées — puisque c'est à eux que m'est aujourd'hui offert la possibilité de m'adresser au travers de cette revue — des exigences, des responsabilités nouvelles, aux postes qui sont les leurs. Leur rôle ne m'en paraît que plus important. Ayant eu depuis 18 mois maintes occasions de mesurer leur haute compétence et leur efficacité, je ne doute pas qu'ils participent, aujourd'hui comme hier, dans des conditions pour une part différentes mais nécessaires et prometteuses, à la permanence, à la continuité et à la rénovation du service public, au mieux des intérêts du pays et de chacune de ses régions.



# Les nouvelles orientations de la sécurité routière

par Pierre MAYET,  
Directeur de la sécurité et circulation routière  
Délégué interministériel à la sécurité routière

Le Comité Interministériel de la Sécurité Routière du 19 décembre 1981 a assigné un objectif ambitieux à la nouvelle politique de sécurité routière :

réduire d'un tiers en cinq ans, c'est-à-dire à l'horizon 1986, le nombre de tués sur nos routes. Pour atteindre un résultat d'une telle ampleur, il est clair que l'on ne peut pas se fonder uniquement sur de nouvelles mesures techniques ou réglementaires, les plus efficaces d'entre elles (limitation de vitesse, ceinture de sécurité, port du casque) ayant d'ailleurs été déjà mises en œuvre. Nous sommes donc conduits à une nouvelle approche : proposer une politique fondée sur l'intense mobilisation de tous les acteurs. Parmi eux, naturellement, l'ensemble des conducteurs, mais aussi, très fortement, les services publics et les organisations concernées par la gestion générale de la circulation.

Les principaux moyens que nous proposons de mettre en œuvre, se situent dans cette perspective :

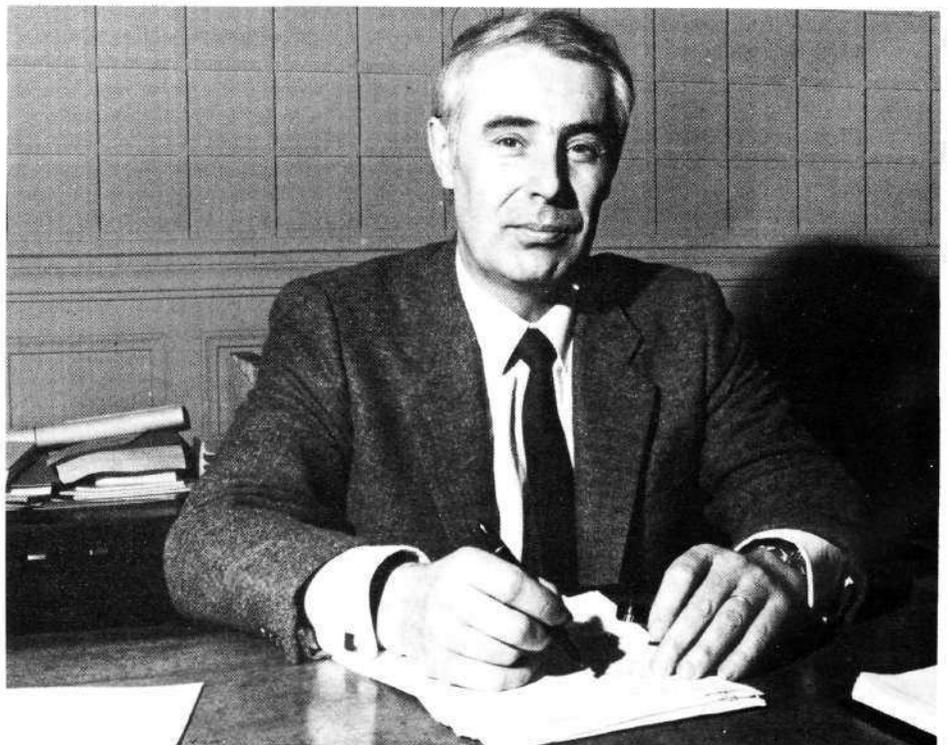
1) — D'abord le Programme RÉAGIR (Réagir par des Enquêtes sur les Accidents Graves et les Initiatives pour y Remédier) : ce programme prévoit la mise en place de Commissions d'Enquête sur les accidents du même genre que celles qui sont déjà mises en œuvre lorsque survient une grande catastrophe dans d'autres secteurs des transports comme le chemin de fer, l'avion ou... le téléphérique. Au niveau départemental, il s'agit de faire réaliser systématiquement, pour chaque accident mortel (ou grave), à partir de 1983, sous l'autorité du Commissaire de la République une enquête technique destinée :

— à améliorer nos connaissances (exploitation du procès-verbal des Forces de Police et de l'information complémentaire recueillie afin d'échafauder les hypothèses les plus vraisemblables sur l'enchaînement des causes de l'accident et des facteurs secondaires pouvant avoir un lien caché avec ce dernier) ;

— à permettre une action des Pouvoirs Publics à partir des mesures suggérées

pour chaque examen d'accident : sur l'usager, sur le véhicule, sur l'infrastructure, par l'intermédiaire des gestionnaires locaux. (Sensibilisation des usagers, actions sur la formation, cohérence de la réglementation et organisation du contrôle de cette dernière, aménagement de détails de l'infrastructure, etc...) ;

— à réaliser les deux objectifs précédents dans les moindres délais de manière à accé-



lérer la prévention en conservant le maximum de l'impact émotionnel possible des faits (réagir avant l'oubli, contre la banalisation et le fatalisme).

Cette enquête technique, évidemment distincte de l'enquête judiciaire qui a pour seul but d'établir les responsabilités encourues et évaluer les dommages subis, est conduite par une Commission de composition pluridisciplinaire associant des experts en provenance des principaux Services Publics concernés (Police, Gendarmerie, Équipement), et d'autres experts plus spécialisés, issus par exemple de milieux d'usagers particuliers impliqués (motocyclistes, professionnels des transports routiers, parents d'élèves, etc...).

Afin d'associer le public à cet effort de recherche dans l'analyse de l'accident, un registre ouvert dans les Mairies permettra de recueillir les observations des usagers, observations dont prendront connaissance les Municipalités avant de transmettre à la Commission d'enquête les observations qui semblent s'en dégager.

La Commission ayant alors en main toutes les informations s'efforcera d'établir l'hypothèse la plus vraisemblable du déroulement de l'accident pour en connaître les causes ; ce qui permettra d'élaborer des propositions d'actions préventives et de mobiliser les responsables locaux sur des programmes spécifiques de sécurité routière à l'échelon du Département ou de l'agglomération.

Un collège technique permanent de la sécurité routière pourrait alors se constituer. Résultat de l'action conjointe des Collectivités Locales, des Services Publics de l'État et, s'appuyant sur la participation active des citoyens par le biais des Associations, elle pourrait devenir une véritable instance consultative de synthèse et d'orientation des politiques locales de sécurité routière.

2) — Ensuite les Contrats de Sécurité : à partir de 1983, nous proposons à toutes les Collectivités Locales d'adhérer à un premier objectif de diminution de 10 % des accidents corporels en un an.

L'exemple de l'action entreprise par Nantes en 1977 mérite d'être souligné puisque cette ville est parvenue à faire chuter de 25 % en 4 ans le nombre des accidents corporels. Ce qui a valu à ses habitants de bénéficier d'une tarification d'assurances inférieures à la moyenne nationale.

Afin d'encourager la généralisation de tels programmes décentralisés, il est prévu une aide de l'État sous forme de contrat de sécurité passé avec la Collectivité. Cette aide, accordée aux Départements et aux Municipalités de plus de 50 000 habitants sur présentation de programmes d'amélioration de la sécurité routière, revêtira les formes suivantes (dans la limite des crédits disponibles) :

— une aide initiale permettant d'aborder le financement d'actions de sensibilisation, la mise en place de moyens logistiques nécessaires et le suivi statistique de la réalisation du programme ;

— un accompagnement par l'État sur le réseau national des opérations engagées par la Collectivité Locale sur son propre réseau ;

— des primes de réalisation d'objectif, c'est-à-dire des sommes attribuées en fonction de la réduction du nombre d'accidents corporels.

3) — Dans la mise en œuvre des contrats de sécurité, l'accompagnement par l'État sur le réseau national des opérations engagées par les Collectivités Locales, pourra faire appel à la mise en place :

a) de crédits déconcentrés pour les opérations légères de sécurité, notamment celles qui remonteront au Programme RÉAGIR ;  
b) d'un programme pluriannuel (150 MF en 1983) de résorption des points noirs.

Ces actions sur les infrastructures et les leçons qui en seront tirées devront nous permettre de commencer à élaborer ce qui devra constituer, à terme, une véritable doctrine d'aménagement de la route au regard de la sécurité.

Concernant la question fondamentale du comportement du conducteur, nous envisageons :

1) — La présentation au Parlement d'une loi sur la sécurité routière : ce point n'a pas encore été décidé à l'échelon gouvernemental mais il apparaîtra comme une nécessité politique et pratique. Le système des contrôles et des sanctions en constituera évidemment un des volets importants. Ce système doit être revu et devrait limiter le champ des sanctions pénales, c'est-à-dire les interventions de la justice aux fautes graves contre la sécurité. À côté devrait être trouvée toute une série d'interventions administratives capables de régler rapidement et simplement les fautes de conduite de faible gravité. La question des assurances pourrait y être abordée, ainsi que celle de l'organisation de la police de la circulation telle qu'elle doit être revue après les lois de décentralisation.

2) — La proposition d'un "Code de la Conduite Automobile" venant remplacer la partie du code de la route qui concerne le conducteur. Le code de la route est une production juridique destinée à répartir les responsabilités, tant du point de vue civil que du point de vue pénal. Or la conduite proprement dite est d'abord un ensemble de règles de comportement cohérentes dans la pratique du conducteur parmi tous les autres conducteurs et usagers de la route.

Le "Code de la Conduite" doit donc avoir un sens clair pour tout un chacun. Il doit partir d'un principe simple : la limitation de

la vitesse et en tirer alors les conclusions logiques pour le dépassement, la circulation en file, la priorité. Nous traiterons sans doute en priorité les règles concernant les situations de conduite particulières, comme l'autoroute, le trafic dense, les poids lourds.

3) — L'amélioration de la formation du conducteur afin de la rendre plus complète et mieux répartie dans le temps :

a) L'école est appelée à jouer un rôle de base en intégrant à la structure éducative de la scolarité obligatoire une véritable "éducation routière", préparation méthodique de l'enfant à la responsabilité et à l'autonomie, comprenant aussi bien l'acquisition des connaissances nécessaires aux éléments d'une éducation civique et sociale adaptée au monde contemporain.

b) L'apprentissage précoce sera sans doute encouragé, sous le contrôle d'un adulte et avec les garanties nécessaires pour des jeunes de moins de 18 ans (15 ans, 17 ans ?) après délivrance d'une licence d'apprentissage.

c) De ce fait le permis pourra être conçu comme venant sanctionner une "maturation" plus complète du jeune conducteur.

d) Après le permis de conduire, des dispositions de formations complémentaires, ou pour le conducteur adulte, des opportunités de recyclage devraient être développées afin de consolider et d'organiser mieux les connaissances acquises par l'expérience "autodidacte" des conducteurs.

Beaucoup plus longtemps, beaucoup plus et beaucoup mieux : l'ambition est facilement énoncée... et la réforme à faire, c'est peut-être bien une véritable "révolution" dans ce secteur !

Tel est le cadre dans lequel vont se situer les actions de tous les "militants" de la sécurité routière. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés qui attendent ces militants, mais seule leur mobilisation intense et massive pourra nous permettre de gagner le "pari" très ambitieux qui nous a été fixé.

# Programmes autoroutiers et nouveaux statuts des autoroutes

*Michel FÈVE,  
Ingénieur Général des P.C.  
Directeur des Routes*

Deux milliers de km en 1972, 6 000 km aujourd'hui, en une décennie, la France est parvenue à combler l'essentiel de son retard et à se doter, en rase campagne, d'un réseau d'infrastructures modernes bien adaptées aux caractéristiques nouvelles du trafic automobile.

Ce niveau de réalisations exceptionnel n'aurait sans doute pas été possible sans le péage. Et pourtant, ce type de financement, certes plus dynamique dès lors qu'il fait appel à l'emprunt, s'est trouvé directement affecté par la crise. Les nouveaux concessionnaires de 1970 ont vu leurs charges s'écarter des prévisions du fait de l'augmentation du coût des travaux et de l'aggravation des conditions d'emprunt ; leurs recettes ne pouvaient cependant suivre, compte tenu de la croissance moindre du trafic et des niveaux de péages fixés par l'État. Ces péages étaient pourtant sensiblement plus importants que ceux en vigueur sur les concessions anciennes financées largement par le Budget, chargées en trafic, et susceptibles de bénéficier d'avances d'équilibre au titre de la loi du 28 avril 1955.

Ainsi, confronté aux difficultés de trésorerie que subissent certaines sociétés concessionnaires, aux inconvénients liés à l'existence de disparités tarifaires et aux problèmes posés par la réalisation des liaisons d'aménagement du territoire, le Gouvernement a jugé nécessaire de procéder à une nouvelle réflexion sur le système autoroutier.

## Jalons

Dès le 25 juillet 1981, à l'occasion de l'inauguration de l'autoroute Poitiers-Bordeaux, le Premier Ministre indiquait qu'il serait procédé à un examen portant "sur l'harmonisation des péages, leurs évolutions souhaitables dans le temps et les mécanismes de compensation financière qui devraient nécessairement accompagner la refonte du système actuel".

Le 17 septembre, le Gouvernement définissait les principes de cette réforme et engageait certaines études dont les résultats ont servi de bases aux décisions du Conseil des Ministres du 13 juillet dernier. C'est à ce Conseil que, sur proposition du Ministre d'État, Ministre des Transports, ont été posées les lignes directrices de la rénovation du financement et de la gestion des autoroutes concédées.

## Principes et mise en œuvre

Il s'agit, en premier lieu, d'assurer la maîtrise publique des sociétés à capitaux privés ; elle sera réalisée par étapes, dans un esprit d'équité, aux meilleures conditions pour la collectivité, et, si possible, par la voie de la négociation ; celle-ci est actuellement engagée pour les trois sociétés (APEL, AREA et ACOBA) obligées de recourir à l'aide de l'État pour faire face à leurs difficultés, et elle devrait aboutir dans le courant de l'année prochaine. La maîtrise publique permettra d'associer les collectivités territoriales, et notamment les Régions, à la gestion des autoroutes les desservant.

Il s'agit également d'harmoniser progressivement les taux de péage, aujourd'hui dans le rapport de 1 à 2,5, sur la base d'un même tarif de référence, modulé cependant pour tenir compte notamment du coût des ouvrages exceptionnels.

L'évolution moyenne des péages restera modérée, compte tenu de la nécessité d'amortir les charges d'emprunts contractés dans le passé ; mais le Gouvernement prévoit leur suppression à terme lorsque les conditions en seront réunies.

Par ailleurs, la tarification évolue dans le sens d'une plus grande justice sociale. Ainsi, dès l'été dernier, des tarifs plus favorables ont été instaurés pour les motos, les véhicules familiaux et les voitures attelées de petites remorques.

La solution mise en œuvre depuis deux ans pour harmoniser les péages à l'occasion des hausses annuelles, et qui consiste en une majoration uniforme en valeur absolue (par exemple + 2 centimes par véhicule-kilomètre), a des effets positifs — puisque l'écart entre les tarifs les plus bas et les plus élevés est passé de 1 à 3 à 1 à 2,5 — mais encore trop lents, de sorte qu'une harmonisation tarifaire plus rapide implique la mise en place d'un dispositif financier centralisé donnant les moyens à chaque société d'économie mixte concessionnaire d'autoroute de faire face à l'ensemble de ses charges de façon équilibrée. Elle doit, en effet, entraîner un accroissement des recettes des sociétés les plus anciennes, financièrement à l'aise, et un appauvrissement des sociétés récentes en difficultés malgré des péages forts.

Ce dispositif financier, qui vient d'être adopté par le Parlement, prend la forme d'un Établissement Public, appelé "Autoroutes de France".

Pour assurer à cet Établissement des conditions satisfaisantes de fonctionnement, la loi prévoit que l'État lui transfère les créances qu'il détient sur les sociétés d'économie mixte concessionnaires (avances consenties lors de la construction, avances d'équilibre et sommes correspondant à la mise en jeu de la garantie de l'État).

Par ailleurs, les sociétés dont les recettes sont excédentaires en regard de leurs charges d'exploitation majorées des remboursements d'emprunts sont tenues par la loi de verser cet excédent à "Autoroutes de France", ce versement prenant la forme d'un remboursement anticipé des avances consenties par l'État.

Par ce dispositif, ainsi que par les facultés qui lui sont offertes de contracter des emprunts à moyen terme ou de recevoir des avances complémentaires de l'État, "Autoroutes de France" pourra redistribuer les ressources et couvrir les déficits de trésorerie résiduels prévisibles pour les quatre à

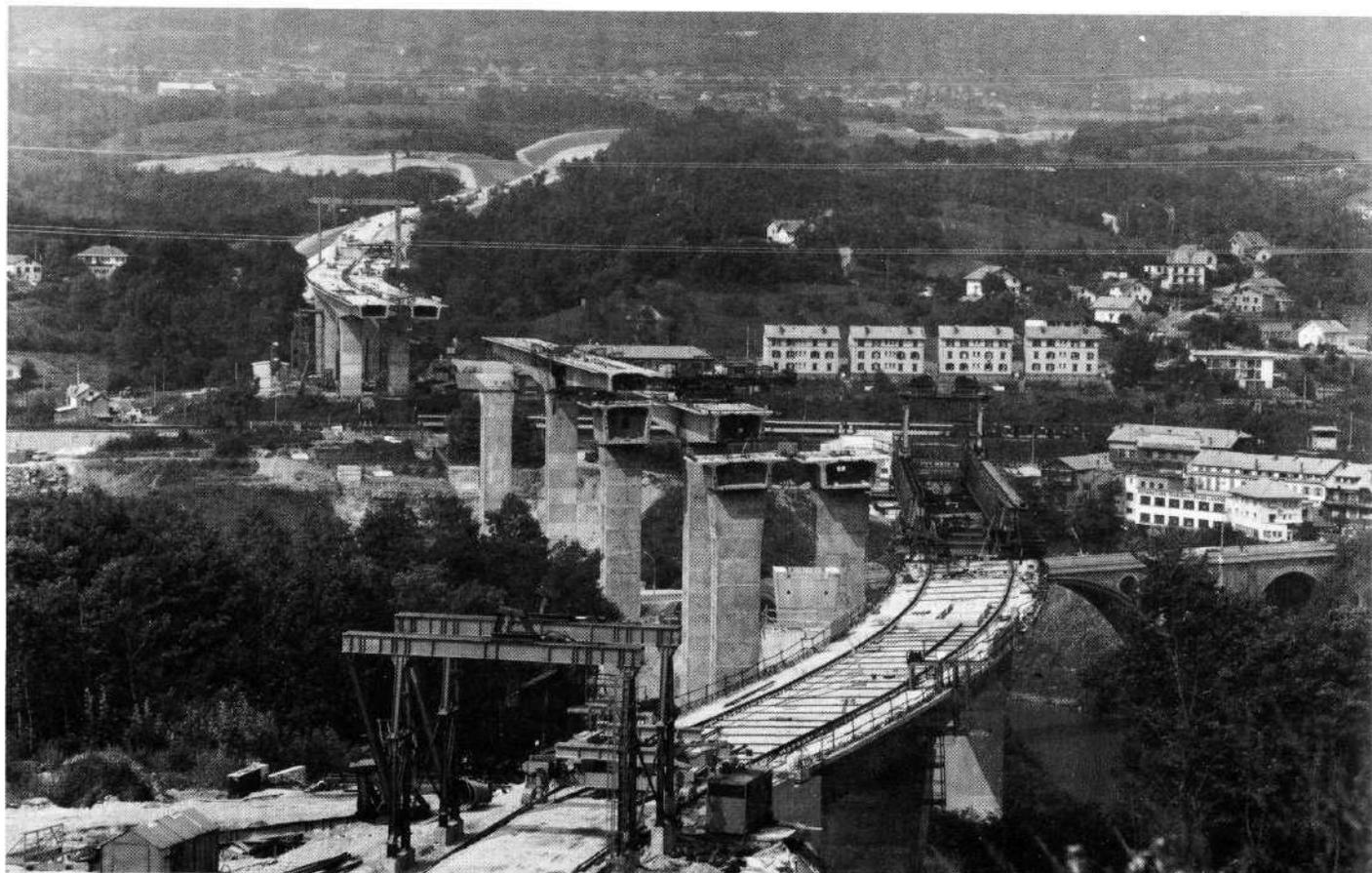


Photo Yannick Collet.

cinq années à venir. Il permettra un retour plus rapide à une solution globalement excédentaire et procédera, à l'horizon d'une dizaine d'années, au remboursement de l'État.

"Autoroutes de France" vient heureusement compléter le dispositif existant. C'est un outil complémentaire mis au service des autoroutes.

Le financement des autoroutes nouvelles se fera, comme dans le passé, grâce d'une part, aux emprunts par la Caisse Nationale des Autoroutes et, d'autre part, aux avances de construction de l'État dont le montant sera défini à chaque fois en fonction de la rentabilité propre de l'opération. Les avances de construction aux sociétés d'économie mixte demeurent en effet prévues et les avances d'équilibre possibles, conformément à la loi de 1955.

Les sociétés concessionnaires reversant leur excédent, un dispositif incitant à la bonne gestion devra cependant être mis en place.

## Achever l'armature autoroutière de base de la France

Le Conseil des Ministres du 13 juillet a également demandé que soient tracées les perspectives d'achèvement du réseau des autoroutes — il en reste 1 200 à 1 500 km à

réaliser — et de leur prolongement dans le cadre d'un schéma directeur prenant en compte les directives d'aménagement du territoire.

Les études en cours permettront d'établir ce schéma au début de 1983, afin qu'il serve de base à la programmation autoroutière et routière du 9<sup>e</sup> Plan.

Car les autoroutes constituent l'armature fondamentale autour de laquelle s'organisent les autres aménagements routiers qui en prolongent ou en complètent les effets. Il convient d'achever rapidement ce réseau de base afin de répondre aux besoins et à l'attente des régions mal ou pas desservies, de compléter le maillage actuel par les liaisons transversales les plus importantes pour l'Aménagement du Territoire et de préparer l'avenir en terminant la trame sur laquelle s'articuleront les développements du réseau classique. Il faut utiliser les capacités de financement que dégagera le système autoroutier rénové pour éviter notamment une décélération trop brutale de l'activité et de l'emploi des entreprises de travaux publics qui se consacrent à ce type d'ouvrages.

Il reste que cette décélération est inévitable, à mesure que s'achève la construction de l'armature de base du réseau autoroutier. La tâche prioritaire des prochaines années doit être de la rendre plus performante en complétant son maillage, en aménageant les routes nationales qui forment ses prolongements naturels, en assurant

enfin sa continuité en milieu urbain grâce en particulier à la réalisation de rocade et de déviations.

Notre attention doit aussi se tourner vers les réponses à apporter aux nouvelles aspirations des usagers. Les autoroutes de liaison supportent aujourd'hui près d'un tiers des déplacements interurbains sur le réseau routier national et cette part continue de s'accroître régulièrement chaque année. Un effort sensible doit donc être engagé pour adapter et diversifier les services offerts aux usagers afin de minimiser les difficultés psychologiques qu'ils éprouvent parfois dans l'univers autoroutier et d'améliorer les prestations qui leur sont fournies (restaurations, stations-service, aires de repos, aménagements spécifiques pour les handicapés, etc...).

De leur côté, les poids lourds doivent être incités, au nom de la sécurité et de l'environnement, à utiliser systématiquement les autoroutes.

Achever et mailler le réseau autoroutier, aménager encore les voies traditionnelles pour que se diffuse sur l'ensemble du territoire l'effort de restructuration entreprise, et surtout humaniser les autoroutes grâce à un bon niveau d'information, d'animation et d'accueil, tels sont, pour les responsables de la politique routière et en ce qui concerne la rase campagne, les enjeux des prochaines années.

# La surveillance et l'inspection des ouvrages d'art

par Jean MANTE,  
Ingénieur Général des Ponts et Chaussées

La surveillance et l'inspection des ouvrages d'art ne constituent pas une affaire nouvelle. De tout temps, ces derniers ont constitué des points névralgiques du réseau routier, les désordres ou les accidents auxquels ils peuvent donner lieu concernant au premier chef la sécurité publique et ayant généralement aussi des conséquences onéreuses pour la Collectivité. C'est ce qui explique que des circulaires anciennes notamment celle du 17 mars 1936 pour le réseau national, et celle du 28 juillet 1948 pour les réseaux des Collectivités locales, rappelant des circulaires du siècle dernier avaient adressé des instructions aux services à ce sujet.

Néanmoins cette question a pris depuis quelque temps un regain d'actualité. Le 19 octobre 1979, le Directeur des Routes approuvait une instruction technique codifiant et adaptant aux structures nouvelles les règles de surveillance et d'entretien des ouvrages d'art. Au cours de l'année 1982, le Ministre des Transports a souligné à plusieurs reprises l'importance de cette question pour la sécurité publique. L'éclairage nouveau donné depuis quelque temps à cette affaire n'est pas de nature conjoncturelle et il importe en premier lieu d'en comprendre les motifs.

## Pourquoi la surveillance et l'inspection des ouvrages présentent-elles une importance nouvelle ?

Depuis quelques années, on a assisté à un véritable changement d'échelle dans les problèmes d'entretien et de réparation des ouvrages d'art, et par suite dans la nécessité de leur surveillance. Cela tient à la conjonction de plusieurs causes :

### — L'évolution du patrimoine

Alors que jusqu'à la dernière guerre mondiale, le patrimoine était constitué par une large majorité de ponts en maçonnerie qui ne connaissaient guère que des problèmes de fondations, la majorité des ponts actuels est constituée par des structures plus récentes ; on a vu augmenter considérablement au bout de 30 à 50 ans le nombre de problèmes des ponts en béton armé, et d'ores et déjà un certain nombre de ponts

en béton précontraint, qui constituent la majorité des ponts construits depuis la dernière guerre, ont donné lieu à des désordres.

— **Le vieillissement plus rapide des ouvrages dû à l'augmentation des agressions** auxquels ils sont soumis : pollution atmosphérique en milieu urbain, généralisation de l'usage des fondants chimiques pour le déneigement etc...

Le fait que malgré le perfectionnement des connaissances scientifiques et technologiques, certains aspects des techniques récentes n'étaient pas encore totalement maîtrisés ces dernières années (fluage du béton, diffusion de précontrainte).

**Enfin l'accroissement continu des charges** admises à circuler sur le réseau, depuis les chariots de 6 T d'avant 1914 jusqu'aux camions de 30 T des règlements de 1960 et 1971, sans parler des engins de travaux publics et des convois exceptionnels, posent le problème du renforcement d'un certain nombre d'ouvrages construits sous l'empire d'anciens règlements.

Ce changement d'échelle des problèmes d'entretien est d'ailleurs général dans les pays industrialisés : C'est ainsi que les Etats-Unis ont établi un programme comportant la multiplication par 10 en 10 ans des crédits consacrés à la "maintenance" des ouvrages.

## Quelques aspects récents des techniques d'inspection des ouvrages d'art

Il n'est pas dans notre propos de rappeler de manière exhaustive les divers aspects de la surveillance des ouvrages d'art pour lesquels on se reportera utilement, sur le plan réglementaire, à l'instruction technique précitée du 19 octobre 1979. Nous rappellerons simplement que celle-ci distingue la surveillance continue, du ressort du personnel des Subdivisions, et la surveillance périodique comprenant elle-même les visites annuelles, du ressort du Chef de Subdivision avec le concours éventuel d'un spécialiste, et les inspections détaillées périodi-

ques, dirigées par un Ingénieur ayant une compétence particulière en ouvrages d'art, et exécutées par des Techniciens spécialisés. Les listes des ouvrages soumis d'une part à visite annuelle et d'autre part à inspection détaillée périodique, sont arrêtées par le Directeur Départemental. On voit dès maintenant l'importance primordiale du facteur humain sur laquelle nous reviendrons. Auparavant, nous décrirons quelques exemples des techniques mises en oeuvre à l'occasion des inspections détaillées périodiques (en général quinquennales), qui doivent permettre un véritable **bilan de santé** de l'ouvrage.

## Etat de référence

Le suivi d'un ouvrage suppose qu'on dispose d'une description complète de son état initial comportant notamment les positions précises de ses diverses parties par rapport à un repère fixe. Sont utilisés à cet effet outre les appareils classiques (théodolite, niveaux de précision) le distance-mètre électro-optique, des appareils à laser, des inclinomètres de haute précision. Bien entendu ces derniers appareils particulièrement performants ne sont à mettre en oeuvre que dans des cas complexes (exemple : mouvements lents des sols de fondations entraînant des désordres dans le tablier d'un viaduc).

## L'inspection des fondations en site aquatique

De tout temps cette inspection a constitué un aspect important de celle des ouvrages. Un pas important dans l'accroissement de la sécurité avait été accompli lors de la mise en oeuvre, il y a une vingtaine d'années, des inspections des parties immergées par des "hommes-grenouilles" faisant l'objet d'un programme spécial doté par la Direction des Routes. Mais ici encore, on a assisté ces dernières années à un accroissement des problèmes d'affouillement et d'évolution du niveau du lit des cours d'eau : aux phénomènes naturels de crue sont venues s'ajouter les conséquences des extractions de matériaux en rivière qui se sont développées considérablement depuis

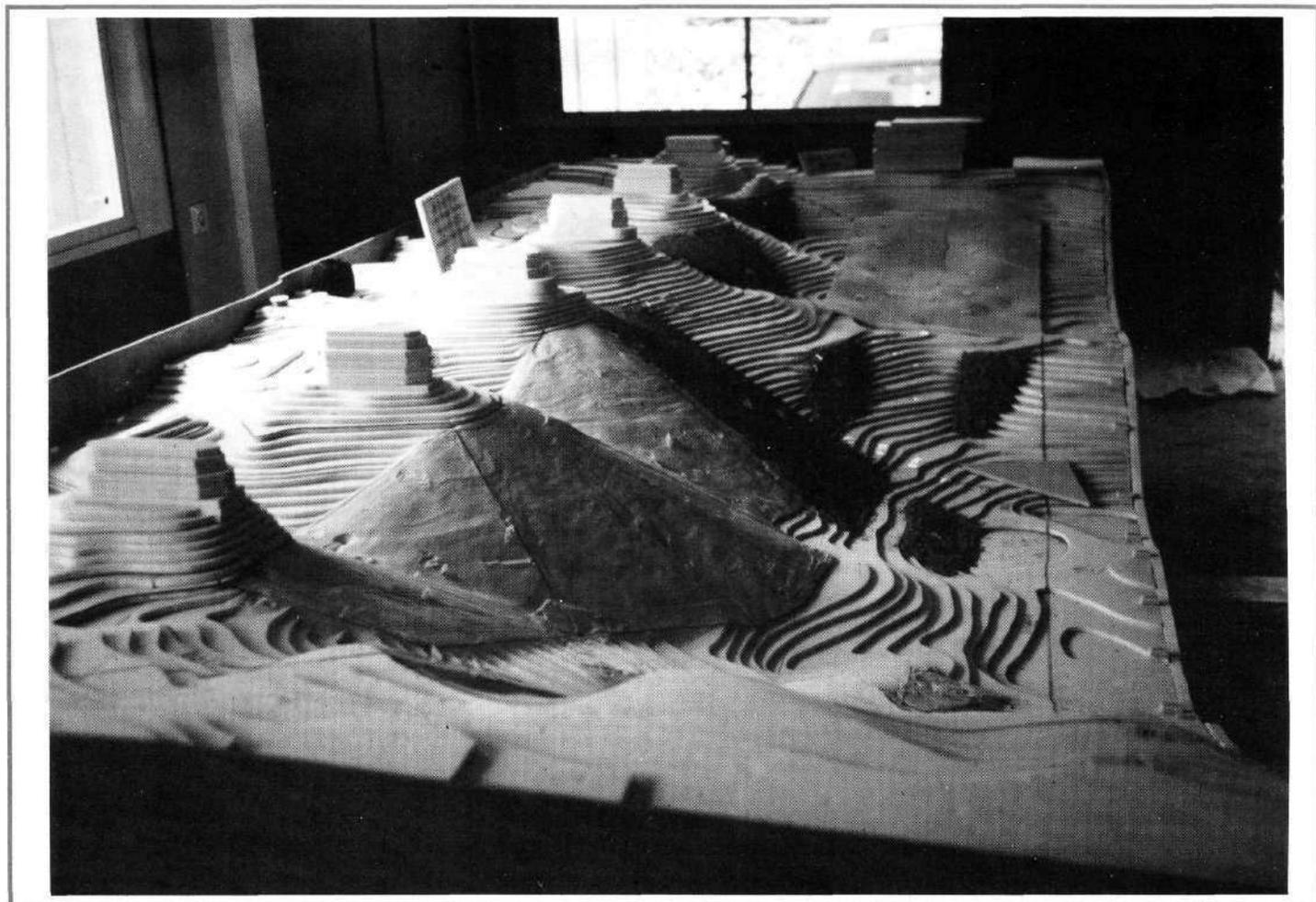


Fig. 1 : Affouillements de fondations dans la Loire (maquette).

20 ans et qui ont déclenché des approfondissements importants de certains lits.

Or l'équilibre général du lit d'un cours d'eau résulte d'une évolution qui s'est poursuivie pendant des dizaines d'années, parfois des siècles. Une extraction importante, même localisée, peut bouleverser cet équilibre sur plusieurs dizaines de kilomètres et menacer ainsi un grand nombre de fondations d'ouvrages. La notion de "distance de protection" est dépassée. L'intervention d'un Ingénieur connaissant l'hydraulique est indispensable pour évaluer les conséquences de l'extraction projetée sur le transport solide et l'évolution du profil d'équilibre du cours d'eau.

Cela étant nous citerons à titre d'exemple :

- les relevés périodiques du fond du lit, à la perche dans les cas simples ou au moyen d'écho-sondeurs (Laboratoire de Bordeaux),
- les forages dans les maçonneries anciennes des piles et le sol sous-jacent, complétés éventuellement par des essais (Lugeon, Lefranc, diagraphies nucléaires) renseignant sur les circulations d'eau, la porosité du sol, l'état des mortiers,
- l'emploi de la télévision lors des visites subaquatiques.

Mais de tels appareillages, si perfectionnés soient-ils, ne mettent pas le gestionnaire de l'ouvrage à l'abri de certaines erreurs d'interprétation : c'est ainsi que la stabilité d'une fondation est conditionnée non seulement par la profondeur du lit constatée, mais par celle atteinte par l'affouillement **au cours d'une crue** qui lui est souvent bien supérieure. C'est ainsi également qu'il s'est avéré que même sans déplacement des enrochements protégeant une pile, le sol sableux situé derrière ces enrochements avait pu être entraîné, provoquant l'instabilité des pieux de fondations. C'a été le cas pour le pont Wilson à Tours en avril 1978 ainsi que l'a mis en évidence l'Ingénieur Général Grattesat.

C'est pourquoi, pour le pont de Cessart à Saumur qui comporte une douzaine d'appuis dans la Loire, on n'a pas hésité, à la suite de la découverte d'une fissuration verticale du corps d'une pile, à dégager sous la base de celle-ci une fenêtre de l'ordre de 0,80 m de hauteur et de 2 m de largeur sur la moitié de son épaisseur. Cette opération spectaculaire a permis de vérifier l'état de conservation des pieux et du plate-lage en bois remontant au 18<sup>e</sup> siècle et l'état de remplissage du terrain sous-jacent à la suite des injections réalisées en 1968-1969. Il a été ainsi possible de beaucoup

mieux orienter le projet de renforcement des fondations vers une solution moins coûteuse, pour une opération financièrement très lourde.

## Voûtes en maçonnerie et en béton

Bien que cet exemple concerne une situation particulière qui a justifié la mise en œuvre d'un matériel très perfectionné, il est intéressant de signaler le cas de la haute surveillance mise en place depuis 1974 par le Laboratoire de l'Est-parisien sur le viaduc d'accès au pont de Levallois (Hauts-de-Seine) où des tassements d'appuis étaient apparus de longue date et atteignaient encore 1 à 1,5 mm/an ces dernières années. A partir du schéma des fissures constatées, on a imaginé la cinématique de rupture possible et choisi en conséquence des points stratégiques surveillés par des capteurs chargés de détecter l'aggravation des phénomènes. On a ensuite analysé à partir des enregistrements sur papier les variations habituelles enregistrées par chaque capteur sous l'effet thermique (24 h) et sous l'effet de la circulation (variation rapide). On s'est enfin orienté vers un système de gestion automatique des don-

nées permettant de déterminer la valeur la plus fréquente de l'histogramme, la valeur minimale et la valeur maximale, celles-ci étant comparées systématiquement à des seuils d'alerte précédemment définis. Il a été ainsi possible d'assurer le maintien en service de l'ouvrage sans prendre des risques excessifs, puis de mieux préparer le projet de renforcement du viaduc.

## Tabliers métalliques et suspendus

C'est dans le domaine des éléments porteurs des ponts suspendus que l'inspection doit s'exercer avec une particulière vigilance. A cet égard deux types de vérification sont à signaler spécialement :

— l'inspection des câbles par bobines électromagnétiques ordinaires ou "en croix" :

Les premières renseignent sur le nombre de couches corrodées à partir de l'extérieur, les secondes peuvent déceler les ruptures individuelles de fils.

L'utilisation de ces bobines le long des câbles (ce qui suppose certaines dispositions constructives au stade du projet, et l'existence de dispositifs d'accès au sommet des pylônes) donne une indication générale sur l'état interne de bonne conservation ou de dégradation du câble. Des points singuliers n'en demeurent pas moins délicats à surveiller (ancrages, points d'attache des suspentes, etc...).

— la surveillance acoustique qui utilise l'émission acoustique engendrée par la libération brusque d'énergie liée à la rupture d'un fil dans un câble tendu ; elle a été utilisée avec le concours du L.C.P.C. dans deux cas récents comportant l'un la rupture d'un des câbles de retenue de l'ouvrage, l'autre un état général médiocre des câbles porteurs.

La surveillance acoustique permet en principe, à partir d'un état connu des câbles, de déceler la survenance de nouvelles ruptures de fils.

L'utilisation de ces procédés vise à permettre d'évaluer la capacité portante résiduelle des éléments porteurs. Mais ils restent souvent d'un maniement délicat et l'interprétation des résultats demande de l'expérience.

## Tabliers de ponts en béton précontraint

### Gammagraphie des armatures de précontrainte

C'est un procédé devenu classique, pratiqué soit avec le matériel courant GR 50 (90 curie de cobalt) permettant l'examen jusqu'à 30 cm d'épaisseur de béton environ, soit avec le matériel GMA (500 curies de cobalt) permettant d'aller jusqu'à 60 cm. La gammagraphie renseigne sur la qualité des injections et sur les ruptures de fils lorsqu'elles sont dans le champ du cliché. L'inconvénient est le nombre de clichés à prendre pour rendre l'inspection significa-

tive, et par suite le coût et la durée de celle-ci.

Signalons à ce sujet la "première" réalisée en juin 1982 par le laboratoire de Blois avec la collaboration du Centre d'Etudes et de Construction de Prototypes de Rouen et du L.C.P.C., concernant la radioscopie d'âmes de caissons en béton précontraint, susceptible d'être appelée à un avenir intéressant.

Mais dans les cas fréquents où des fissures ont été constatées dans un tablier en béton précontraint, le problème essentiel qui se pose à l'ingénieur gestionnaire est d'interpréter leur gravité et de concevoir à bon escient le projet de réparation. A cet égard l'inspection de l'ouvrage peut faire utilement appel aux techniques suivantes :

— les mesures sur les fissures : l'extensométrie couplée à la mesure des variations d'ouverture des fissures sous l'effet de charges contrôlées donne des informations chiffrées sur les moments hyperstatiques réels dans une travée. Ces mesures peuvent être complétées par l'extensométrie directe sur les câbles permettant d'apprécier les surtensions sous circulation réelle et de mettre en évidence des risques éventuels de fatigue.

### — les pesées de réactions d'appuis

Ces mesures mises en œuvre notamment par les Laboratoires des C.E.T.E. de Lyon et de Bordeaux présentent le gros intérêt de permettre la connaissance des efforts réels (et par conséquent des contraintes dans les diverses sections) dans un tablier construit par encorbellement, qui peuvent être notablement différents des efforts calculés à l'origine compte tenu des phénomènes de fluage et de "migration des moments" qui se produisent dans les premières années de la vie de l'ouvrage. La précision de mesure est couramment de l'ordre de 2 % pouvant atteindre 1 %. Encore faut-il que l'ouvrage ait été conçu pour permettre la mise en œuvre du matériel correspondant (vérins plats).

Ces procédés permettent de déceler les anomalies mettant en cause la sécurité et de définir les mesures à prendre telles par exemple que la quantité de précontrainte longitudinale supplémentaire à introduire dans l'ouvrage pour le renforcer.

## Inspection des tunnels

Il convient de signaler enfin l'effort entrepris ces dernières années par la Direction des Routes et le Centre d'Etudes des Tunnels (C.E.Tu.) qui a notamment conçu et réalisé une Centrale d'inspection des tunnels mise à disposition des D.D.E. Le C.E.Tu. a procédé à des campagnes successives d'inspection de nature à améliorer notablement les conditions de sécurité dans les tunnels, mais il reste à mettre en œuvre un programme de réparation et de renforcement à la hauteur des besoins constatés dont ces campagnes ont révélé la nécessité.

Fig. 2 : Inspection de câbles de ponts suspendus par bobine électromagnétique.



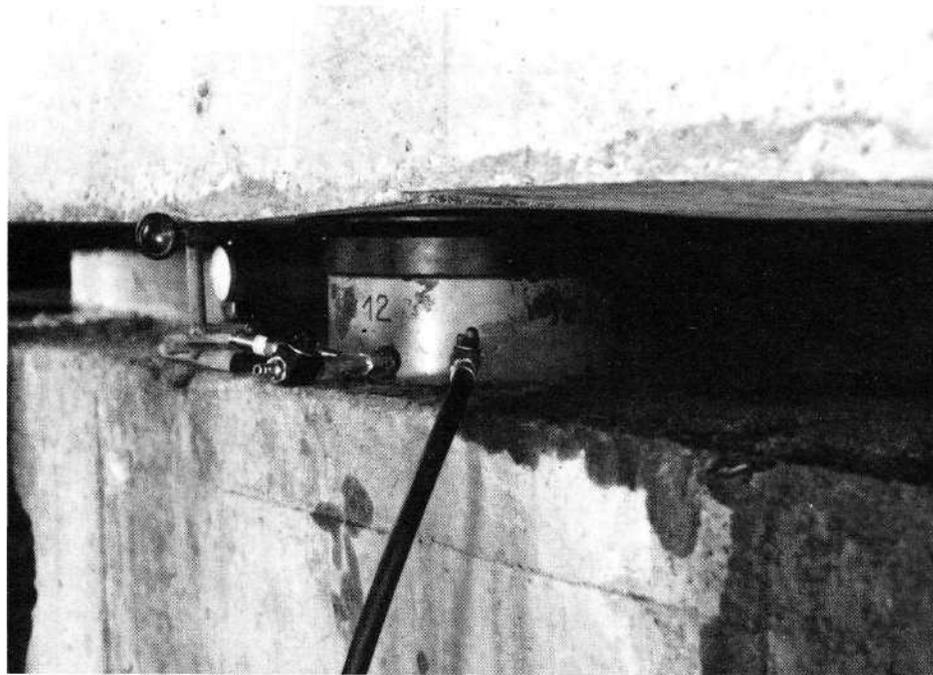


Fig. 3 : Pesée de réaction d'appui.

## Quelques conditions d'une bonne gestion des ouvrages d'art

Les exemples que nous venons d'évoquer ne sauraient avoir pour objet de résumer les connaissances qu'Ingénieurs et Techniciens doivent avoir pour assurer la sécurité des usagers et une gestion technique correcte des ouvrages d'art. Ils permettent par contre de mettre en lumière quelques conclusions importantes sur le plan de l'action à mener dans notre Administration.

1 - La surveillance et l'inspection des ouvrages d'art ont changé d'échelle ces dernières années en ce qui concerne tant le nombre que la nature des opérations à effectuer. Pour une D.D.E. moyenne qui générerait 5 à 600 ouvrages parmi lesquels 100 à 200 seraient soumis à inspection détaillée supposée quinquennale, la campagne annuelle d'inspections détaillées porte sur plusieurs dizaines. Mise à part la surveillance continue et les visites annuelles qui en tout état de cause incombent au personnel de la D.D.E., cela veut dire qu'il ne peut être question pour celle-ci de demander la prise en charge de l'ensemble des inspections aux C.E.T.E., qui ne sauraient intervenir, sous peine d'être débordés et de mal utiliser leurs spécialistes, que pour un nombre limité de cas tels mise à disposition des passerelles d'inspection ou de matériels hautement spécialisés avec les Techniciens qui les servent. La D.D.E. doit donc s'organiser pour prendre en charge le reste, c'est-à-dire la grande majorité des opérations. C'est un des objets de la Cellule Départementale d'Ouvrages d'Art (C.D.O.A.) dans laquelle on doit notamment trouver au moins un Ingénieur et un certain nombre de

Techniciens ayant une compétence particulière dans ce domaine. La circulaire n° 80-100 du 29 juillet 1980 donne des directives précises à ce sujet.

2 - Les visites et surtout les inspections détaillées, pour être efficaces doivent être **préparées** :

— au niveau des possibilités pratiques de leur exécution : aménagement des accès, mise en place d'échelles ou d'échafaudages, programmation du circuit de la passerelle ou de la Centrale d'Inspection du C.E.Tu., programmation des visites de fondations compte tenu du niveau des eaux etc...,

Fig. 4 : Passerelle d'inspection en service.



— au niveau du choix judicieux des investigations à effectuer en fonction des antécédents de l'ouvrage, qu'on connaîtra en se reportant au **dossier d'ouvrage** supposé préalablement constitué,

— enfin en fonction de la nature des réparations à envisager à la suite de l'inspection, lorsqu'il s'agit d'ouvrages présentant des désordres ; on constate parfois dans ce cas que les services sont obligés de faire de nouvelles investigations au stade de la préparation du projet de réparation, alors qu'ils auraient économisé temps et crédit en orientant mieux l'inspection détaillée.

Tout cela nécessite non seulement l'intervention du spécialiste le moment venu, mais une organisation et une réflexion préalables au niveau d'un Ingénieur et pour l'ensemble de la D.D.E. C'est une deuxième raison d'être de la C.D.O.A., guidée par un Ingénieur d'arrondissement gestionnaire connaissant les ouvrages d'art.

3 - Les conclusions et les suites à donner aux visites ou aux inspections des ouvrages ne sauraient être valablement définies par les seuls agents qui notent les constatations et les désordres éventuels. Les exemples ci-dessus montrent qu'il est nécessaire d'en interpréter la gravité ou la non gravité et d'orienter leur examen dans une voie qui permette de définir les mesures à prendre et les réparations à effectuer. Quel que soit le perfectionnement des matériels, les décisions ne sont souvent pas simples à prendre. Ici comme ailleurs, la sécurité absolue n'existant pas, l'Ingénieur gestionnaire aidé par les spécialistes, doit souvent trouver une solution comportant un compromis raisonnable entre un niveau de risque rendu suffisamment faible et un supplément de coût qui serait disproportionné avec l'avantage marginal apporté. Tout cela nécessite connaissances et expérience.

## Conclusions

1 - Les Directeurs Départementaux ont intérêt à réfléchir sur les conclusions qui précèdent et doivent être bien conscients de leurs responsabilités dans ces domaines qui intéressent directement la sécurité publique et la bonne gestion des deniers publics. Il leur appartient notamment de mettre en place une C.D.O.A., de faire en sorte qu'elle soit dirigée par un Ingénieur compétent, et pour cela de la rendre suffisamment attrayante par le rôle et les tâches qui lui sont confiés. Il leur appartient également, bien qu'ils n'aient pas pouvoir ultime de décision en la matière, de veiller à ce que l'Ingénieur d'Arrondissement gestionnaire soit lui-même compétent conformément aux directives de l'instruction du 19 octobre 1979.

2 - Dans la situation actuelle, même si certains moyens matériels demanderaient à être augmentés, le problème majeur pour mettre en œuvre pleinement la politique d'accroissement de la sécurité et de meilleure gestion du patrimoine considérable que représentent nos ouvrages d'art est un problème de personnel, beaucoup plus d'ailleurs sur le plan de la **technicité** que sur celui des effectifs. Il est indispensable que notre Administration trouve les moyens permettant de disposer d'un nombre suffisant d'Ingénieurs et de Techniciens qualifiés dans les unités clés du "**réseau de compétence**" que sont les C.D.O.A., les D.O.A. et laboratoires de C.E.T.E., et au niveau central le S.E.T.R.A., le L.C.P.C. et le C.E.Tu. qui sont mis à contribution pour tous les problèmes difficiles. Il est également nécessaire que les Ingénieurs gestionnaires des services extérieurs, sans être des spécialistes de haut niveau, aient des connaissances et une expérience suffisantes qu'ils ne peuvent acquérir en ne passant que 3 ou 4 ans de leur carrière dans un poste technique.

Cet ensemble de considérations s'inscrit dans le cadre des préoccupations qu'a exprimées dernièrement le Ministre des Transports (voir dans sa lettre du 29 septembre 1982 le chapitre consacré aux ouvrages d'art) en soulignant la triple nécessité :

- de mieux prendre en compte l'ensemble des critères économiques et écologiques dans la gestion des ressources des fleuves,
- de mettre en chantier un vaste programme de suivi, de contrôle et de restauration des ouvrages d'art,
- de disposer à cette fin de personnel hautement qualifié et des moyens nécessaires.

*N.B. : On se reportera utilement aux documents suivants :*

- *instruction technique précitée du 19 octobre 1979 (1<sup>ère</sup> partie) et divers fascicules publiés ou en cours de publication constituant la 2<sup>e</sup> partie*
- *dossier-pilote SERO (S.E.T.R.A.-L.C.P.C.)*
- *fondations précaires en site aquatique (L.C.P.C.-S.E.T.R.A.)*
- *la surveillance et l'entretien des "ouvrages d'art communaux" élaboré par un groupe de travail animé par l'Inspection Générale et publié en 1981 sous l'égide de nos deux Ministères et du Ministère de l'Intérieur.*

# location D'ENGIN DE NETTOIEMENT



## LOCATIONS

Nous disposons d'un parc de matériels répondant à vos besoins et destinés à la *location*, avec mise à disposition de personnel de conduite.

- Sur simple appel téléphonique pour les chantiers.
- Etude de tous contrats longue durée



**MATERIEL 100 % FRANÇAIS**

## FABRICATIONS

- Balayeuses-ramasseuses
- Arroseuses-balayeuses-laveuses
- Arroseuses-laveuses
- Laveuses haute pression
- Balayeuses-ramasseuses légères T.80 pour voies piétonnes, trottoirs, parkings, etc...
- Aspiro-chargeuses
- Brosseuses de voûtes de souterrains

CONSTRUCTION - LOCATION - REPARATION



**LE MATERIEL DE VOIRIE**

43, rue Michel-Carré  
95100 Argenteuil

Tél. : 961.83.55 - Telex 695 077

# La construction de l'autoroute A 86

entre la déviation de Rosny-sous-Bois et l'autoroute de l'est (A 4) dans le département du Val-de-Marne

par M. CARESSE, I.P.C.

Direction départementale de l'Équipement du Val-de-Marne

Le schéma directeur de la Région d'Ile-de-France prévoit la réalisation de l'Autoroute A 86, ou périphérique d'Ile-de-France, dont la fonction essentielle est de permettre la circulation automobile de banlieue à banlieue, sans passage obligé par le centre de l'agglomération parisienne. La réalisation de cet équipement suivant un itinéraire continu reliant l'Autoroute du Nord à l'Autoroute du Sud par l'Est parisien est une priorité pour l'État et la Région, qui en assurent le financement.

La traversée du Val-de-Marne constitue une étape essentielle du chantier. Le tronçon central, situé à Maisons-Alfort et Créteil, a été mis en service au début de 1981. Aujourd'hui, les travaux les plus spectaculaires se trouvent sur le tronçon Nord, reliant la déviation Rosny à l'Autoroute A 4, avec un franchissement de la Marne. L'année 1983 verra le lancement des grands ouvrages du tronçon compris entre le Carrefour Pompadour et Choisy-le-Roi.

La section actuellement en travaux, objet du présent article, s'étend sur les communes de Fontenay-sous-Bois, Le Perreux-sur-Marne et Nogent-sur-Marne. Elle cumule les difficultés de l'exécution sous circulation d'une tranchée couverte en site urbain dense avec les difficultés techniques de la réalisation d'une traversée sous-fluviale de la Marne.

R. ELADARI

## I — Les contraintes du site et le parti retenu

Le principe de faire passer l'autoroute A 86 sur le territoire des communes de Fontenay, du Perreux et de Nogent, ayant été arrêté il y a seulement une douzaine d'années, la conception du projet a nécessité la recherche de solutions permettant, pour la partie sud du tracé, de traverser dans des conditions acceptables l'urbanisation dense préexistante. Dans la partie nord, au contraire, la construction récente de la Z.U.P. de Fontenay et des zones d'activités qui la complètent a permis non seulement de ménager les emprises de l'autoroute mais également de prendre en compte, au moment de la réalisation des urbanisations nouvelles, le problème de son insertion dans l'environnement. Au total, sur les 4,5 km que représente la section, la moitié a pu être réalisée à ciel ouvert, alors que la traversée de la partie sud très urbanisée a nécessité la réalisation, dans des conditions particulièrement délicates, d'une section en tunnel de 2 200 mètres de long, incluant le franchissement sous-fluvial de la Marne.

Orienté sensiblement suivant un axe nord-sud, le projet peut être décomposé en 4 tronçons distincts :

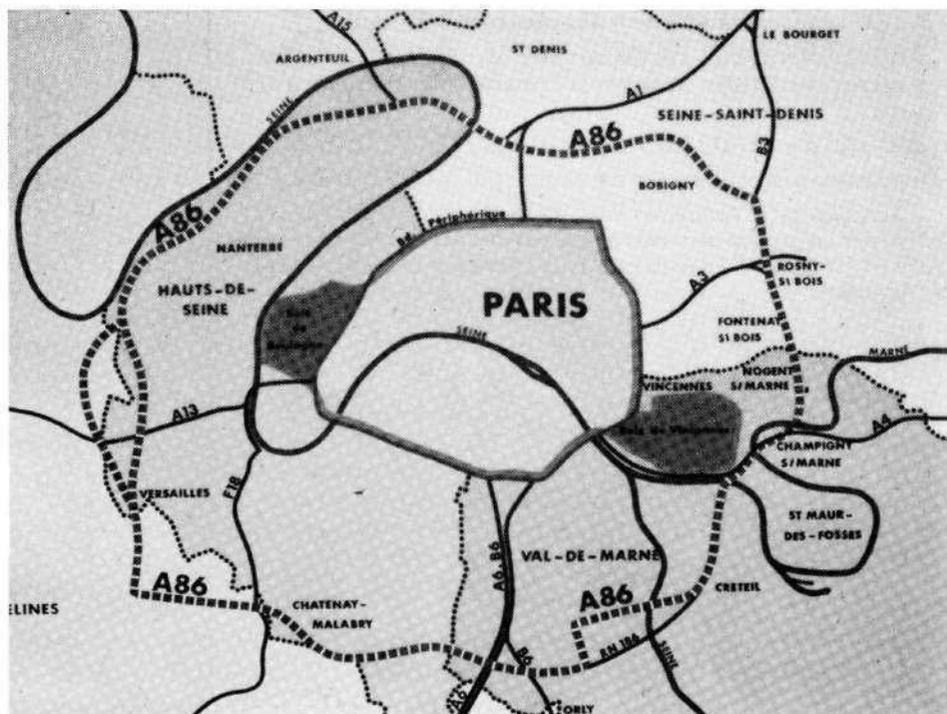
— Au nord, les deux chaussées se séparent, à partir de l'actuelle déviation de Rosny-sous-Bois, pour venir se loger de

Sensiblement au même niveau que les voies ferrées à l'origine du projet, la plate-forme autoroutière s'enfonce progressivement vers le sud.

— Le 2<sup>e</sup> tronçon, long d'environ 1 200 m, est entièrement sur le domaine de la S.N.C.F. Toujours situées de part et d'autre des voies ferrées dans les 600 premiers mètres, les deux chaussées continuent à s'enfoncer dans de profondes tranchées ouvertes et butonnées. La chaussée est franchie ensuite à nouveau les lignes S.N.C.F. pour rejoindre la chaussée ouest, avec laquelle elle traverse en tranchée couverte et sur environ 600 m l'emprise de la gare de marchandises et de la cour de la gare de voyageurs de Nogent-le-Perreux. Ces dernières ont dû être fermées durant les travaux mais elles seront rétablies à leur emplacement initial, après la réalisation des tranchées couvertes de l'autoroute.

— Dans le 3<sup>e</sup> tronçon, entre la gare de Nogent-le-Perreux et la rive droite de la Marne, l'autoroute est réalisée en tranchée ouverte sous les emprises du boulevard Albert 1<sup>er</sup> à Nogent. Afin de dégager un espace suffisant, la largeur du remblai S.N.C.F., qui borde à l'est ce boulevard, a été au préalable réduite, grâce à la réalisation d'un mur de soutènement très important.

part et d'autre des voies ferrées de la ligne Paris-Bâle, qui suit la même orientation. Comme indiqué ci-dessus, la prise en compte de l'autoroute dans le processus récent d'urbanisation autorise la réalisation d'une partie de 1 600 m à ciel ouvert sans difficulté majeure, si ce n'est la traversée des voies ferrées et le rétablissement par des passages supérieurs des voies transversales.





*Vue aérienne des chantiers en cours.*

La nécessité de maintenir en permanence une partie de la circulation empruntant le boulevard Albert 1<sup>er</sup> (40 000 véhicules/jour au début des travaux), a conduit à un découpage transversal et longitudinal du chantier, l'autoroute étant réalisée par demi-sections alternées.

— Le 4<sup>e</sup> tronçon est constitué par la traversée sous-fluviale de la Marne, qui sera décrite en détail dans ce qui suit.

Un échange complet avec la voirie locale et la future autoroute B 86 ouest est prévu à

l'extrémité nord du projet, tandis qu'un demi-diffuseur permettra, une fois les 4 tronçons terminés, d'entrer sur l'autoroute en direction du nord et d'en sortir vers le sud, sensiblement au niveau de l'actuel pont de Nogent sur la rive droite de la Marne.

La mise en service se fera à 2 × 2 voies mais le profil en travers choisi permettra un passage ultérieur à 2 × 3 voies, notamment si la capacité de l'autoroute de l'est, sur laquelle débouche A 86, est augmentée en direction de Paris. L'achèvement des trois premiers tronçons, actuellement en

travaux, est prévu pour la fin de l'année 1985. Il permettra une mise en service provisoire entre la déviation de Rosny et le demi-diffuseur du pont de Nogent ; la traversée de la Marne et la jonction avec l'autoroute de l'est se faisant par le pont de Nogent et ses carrefours de tête.

La traversée sous-fluviale de la Marne, dont les travaux devraient prochainement commencer, assurera la continuité autoroutière complète avec l'autoroute de l'est en direction de Paris.

## II — Le projet de traversée sous-fluviale de la Marne

### II-1 — Description générale de l'ouvrage - Mode d'exécution

La traversée sous-fluviale de la Marne est en fait constituée de deux types d'ouvrages distincts :

- le tunnel sous la Marne proprement dit ;
- les tranchées couvertes réalisées sur les deux rives afin de permettre la liaison du tunnel avec les tronçons adjacents, ainsi qu'une usine de ventilation située au-dessus des chaussées sur le bord de la rive droite de la Marne.

Le tunnel sous la Marne est réalisé par immersion, dans une souille creusée dans le lit du fleuve, de caissons en béton précontraint. Ceux-ci sont préfabriqués au sec sur le site, dans une darse située sur la rive droite, et amenés par flottaison et treuillage à l'aplomb de leur emplacement définitif. Pour permettre à la darse de fonctionner comme un véritable bassin de radoub, celle-ci est fermée côté Marne par un ouvrage de fermeture fixe en béton et par un bateau-porte mobile.

Les dimensions de la darse (50 × 60 m en plan) ont été choisies pour permettre une préfabrication des caissons par paires. Ces derniers sont constitués par des cadres en béton précontraint de 37 m de long pour le tube est et de 50 m pour le tube ouest. Le choix de ces longueurs résulte des caractéristiques du tunnel mais également des

contraintes qu'impose le maintien de la navigation durant tous les travaux. Leur hauteur extérieure est de 8,65 m, leur largeur de 17,30 m, compte tenu de la présence de deux gaines de ventilation latérales, et leur poids de 4 600 tonnes pour le tube est et 6 200 pour le tube ouest.

La souille en Marne, d'une profondeur d'environ 12 mètres, est exécutée par dragage des alluvions modernes et anciennes, sur une épaisseur moyenne de 7 m, puis par dérochage à l'explosif sur 5 m de la couche de calcaire grossier sous-jacente. Un essai de dragage préalable a permis de préciser la pente admissible des talus sous-fluviaux et les volumes à prévoir pour l'entretien et le dévasage, qui sont nécessaires après l'exécution de la souille. Au total, ce sont environ 150 000 m<sup>3</sup> de matériau dont 40 000 m<sup>3</sup> de calcaire, qui sont à extraire du lit de la Marne. Le transport et la mise en place des caissons, une fois leur préfabrication achevée, impliquent de les rendre étanches, en fermant leurs extrémités par des parois provisoires, et de les munir de cheminées, véritables "schnorckel", permettant l'introduction ultérieure du lest et l'accès à l'intérieur du caisson. Cette opération permet leur mise en flottaison au moment du remplissage de la darse.

Après ouverture du bateau-porte, le caisson est sorti de la darse et halé, par treuillage à l'intérieur du chenal constitué par la souille, jusqu'à l'aplomb de sa position définitive. Un ballast liquide est alors introduit à l'intérieur par les cheminées et permet l'échouage en fond de souille, sur des appuis provisoires préalablement réglés par plongeur. Le caisson est lesté définitive-

ment par du béton coulé sur la dalle supérieure, à l'intérieur et sur les parois latérales.

La liaison étanche entre deux caissons est assurée par un joint néoprène spécial, qui est fixé sur le caisson à mettre en place et vient s'appliquer sur la paroi du précédent. Il est alors écrasé sous l'effet de la pression hydrostatique, qui vient s'exercer sur le caisson en cours de mise en place, lorsque l'eau comprise entre les parois de fermeture provisoire du caisson en place et de celui en cours de positionnement est évacuée par pompage. Le joint est enfin protégé par un anneau de béton extérieur et doublé à l'intérieur du tunnel par un joint en forme d'oméga.

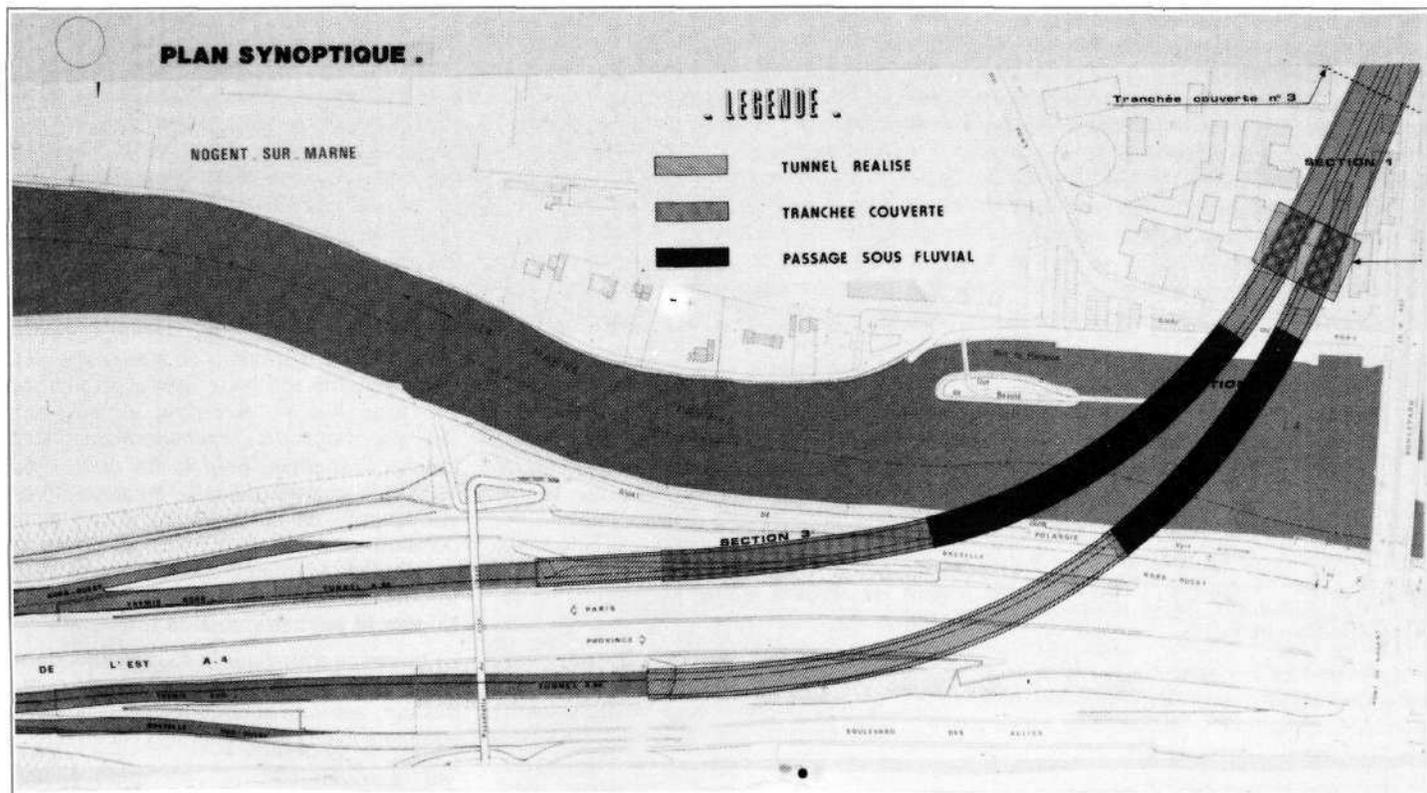
### II-2 — Les principaux choix techniques et leur justification

La conception et la réalisation d'un ouvrage de ce type posent un certain nombre de problèmes d'autant plus délicats à résoudre qu'il n'existe, au moins en France, qu'un nombre limité d'ouvrages similaires.

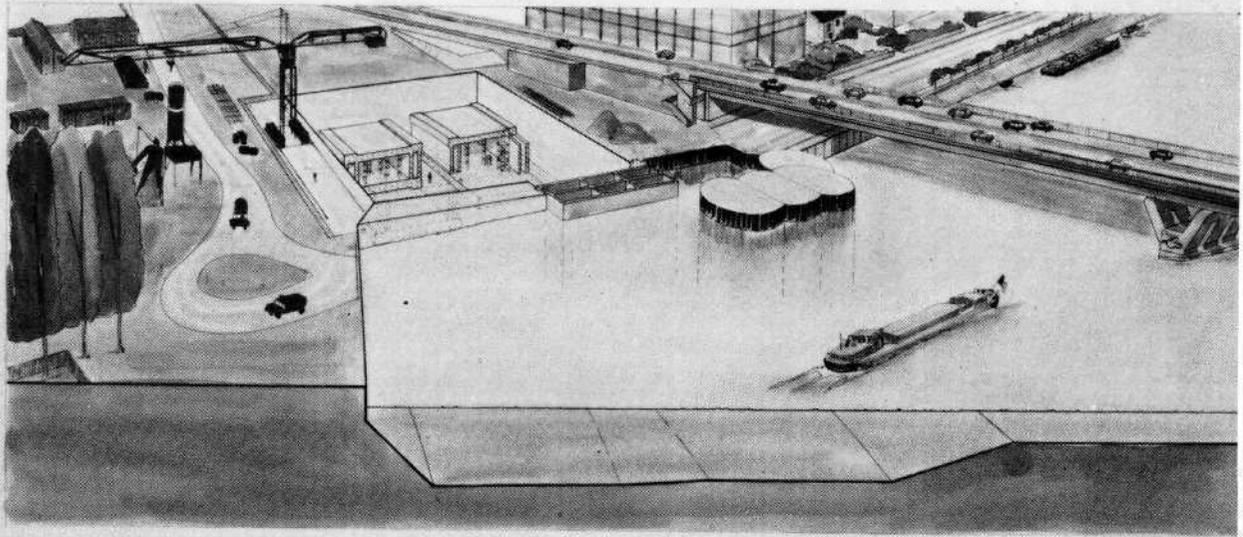
#### II-2.1 — Choix et dimensionnement de la structure

Les études technico-économiques réalisées lors de la mise au point du projet ont conduit à préférer le béton précontraint au béton armé. Les calculs effectués correspondent à une classe intermédiaire entre les classes 1 et 2 du futur règlement du béton précontraint aux états limites qui peut être qualifiée de classe 2 "prudente".

C'est ainsi que la précontrainte transversale, qui assure la résistance de l'ouvrage, a été dimensionnée en admettant sous la sol-

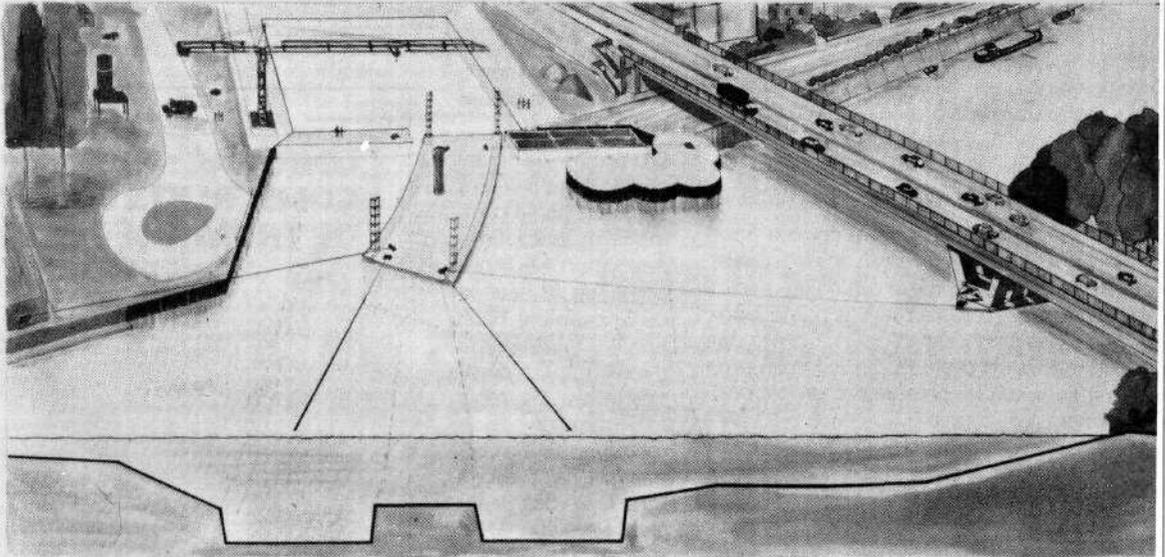


**CAISSONS PREFABRIQUES :**  
 Largeur : 17,20m  
 Hauteur : 5,50m  
 Longueur voie EST : 37m  
 voie OUEST : 50m  
 Poids : voie EST : 4600T  
 voie OUEST : 6200T  
 Nombre : 8



CONSTRUCTION A L'INTERIEUR DE LA DARSE DES CAISSONS PREFABRIQUES POUR LA REALISATION DE LA TRAVERSEE SOUS FLUVIALE .

POUR CONTROLER SA POSITION EN COURS D'IMMERSION LE CAISSON EST EQUIPE DE TOURS ET D'UNE CHEMINÉE D'ACCES .



**MISE EN PLACE D'UN CAISSON :**  
 Mise en eau et ouverture de la darse . Obturé à ses deux extrémités le caisson est mis en flottaison et treuillé au dessus de sa position définitive .

licitation maximale, correspondant à la crue exceptionnelle, des contraintes de traction dans le béton limitées à 15 bars sur la face extérieure, 30 bars sur la face intérieure et 0 bar sur la zone d'enrobage des câbles.

Pour la crue décennale, il n'a été admis aucune traction.

La précontrainte longitudinale a été déterminée de manière à assurer une compression uniforme du béton de 20 bars.

### II-2.2 — Étanchéité générale de l'ouvrage

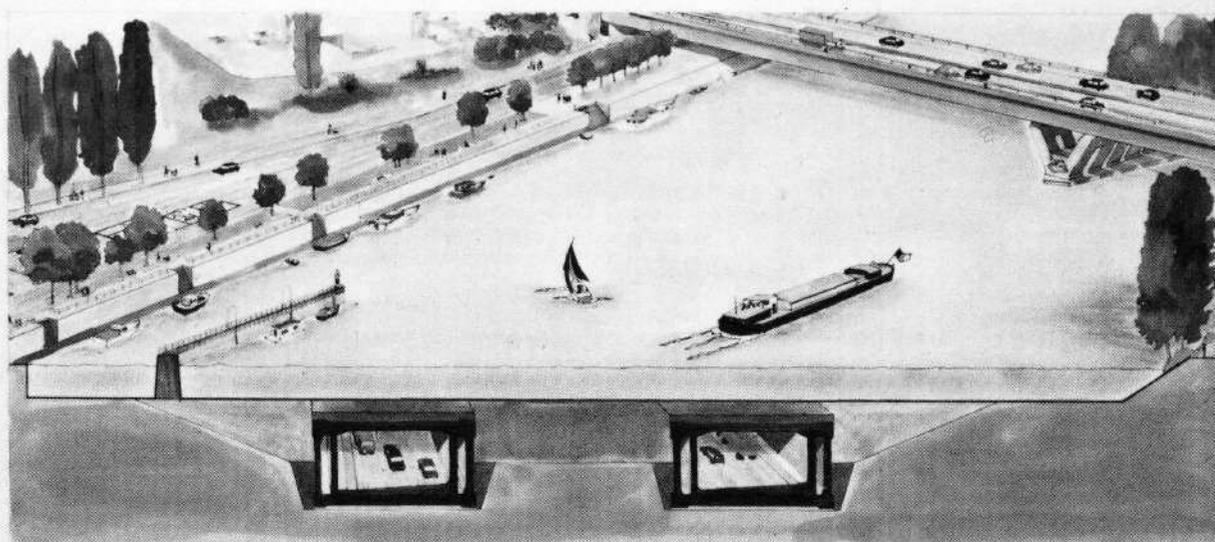
Les enseignements retirés des quelques ouvrages du même type déjà existants ont conduit à écarter la mise en place d'une étanchéité indépendante extérieure ou intérieure adhérente au tunnel. Il a paru plus sûr d'opter pour une étanchéité dans la masse du béton.

Un tel résultat ne peut être atteint qu'en

prenant des précautions particulières, notamment en ce qui concerne l'état de compression, le choix de la formule et la mise en œuvre du béton.

— L'étanchéité de la structure est liée à son état de fissuration, lequel dépend de l'existence ou pas de zones tendues dans le béton.

Les hypothèses pour le calcul de la précon-



RETABLISSEMENT DE LA BERGE APRES REMBLAIEMENT DE L'USINE DE VENTILATION.

trainte décrites ci-dessus intègrent bien évidemment cette préoccupation.

Pour renforcer la sécurité de l'ouvrage et pallier une éventuelle perte de précontrainte dans le temps, un ferrailage passif important a été mis en place. Celui-ci a été dimensionné pour faire face aux sollicitations les plus défavorables, dans l'hypothèse d'une perte de précontrainte de 50 % pour l'ensemble de la structure et de 100 % pour les piédroits extérieurs.

— La formule du béton a été choisie pour limiter au maximum le retrait thermique et rechercher une compacité optimale. Au vu des résultats des essais réalisés par le laboratoire régional de l'est parisien, il a été décidé de mettre en œuvre pour le béton précontraint un béton présentant un rapport eau/ciment inférieur à 0,5.

— Autre cause de fissuration, le retrait hydraulique peut être en partie combattu par la mise en place systématique d'un produit de cure sur le béton frais.

Les dimensions des pièces étant très importantes, il est nécessaire de les réaliser par plots, tout en veillant à ne pas trop multiplier le nombre de joints de reprise, qui risquent de constituer un cheminement préférentiel de l'eau. C'est pourquoi le volume de ces plots a été fixé à 150 m<sup>3</sup>.

### 11-2.3 — Stabilité des caissons

Le mode d'exécution retenu nécessite une étude particulière de la stabilité des caissons au cours des différentes phases du chantier ; risque de renversement au moment de la mise en flottaison et de l'immersion, stabilité provisoire en fond de fouille, en service normal et en cas de circonstance exceptionnelle. Pour ce dernier cas, l'hypothèse prise en compte est la réfection de la chaussée sur une hauteur de 30 cm interve-

nant en même temps qu'une décrue rapide de la Marne, provoquant une différence de 60 cm entre le niveau de la Marne et le niveau piézométrique de la nappe sous les caissons.

### 11-3 — Planning des travaux

Le projet de marché, tel qu'il a été approuvé par la commission spécialisée des marchés, au cours de la séance du 3 novembre 1982, prévoit un délai d'exécution compris entre 64 mois et 51 mois en cas de recouvrement maximal de la tranche ferme et des tranches conditionnelles.

Ce délai, qui n'inclut pas l'équipement de l'usine de ventilation, s'explique par l'importance de la spécificité des ouvrages à réaliser. Il conduit à envisager une mise en service de l'ensemble de la section autoroutière comprise entre la déviation de Rosny-sous-Bois et l'autoroute de l'est en 1989 si, comme on peut l'espérer, les travaux de la traversée sous-fluviale de la Marne débutent en 1983.

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

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



**UNIC S.A.**  
**SUCCESSALE DE STRASBOURG**  
208, route de Colmar - Tél. : (88) 79.40.00  
**67023 STRASBOURG CÉDEX**

**UNIC**





## **Pont-cadre pour la déviation de la ligne S.N.C.F. au franchissement du torrent de la Ravoire à Bourg-St-Maurice (France)**

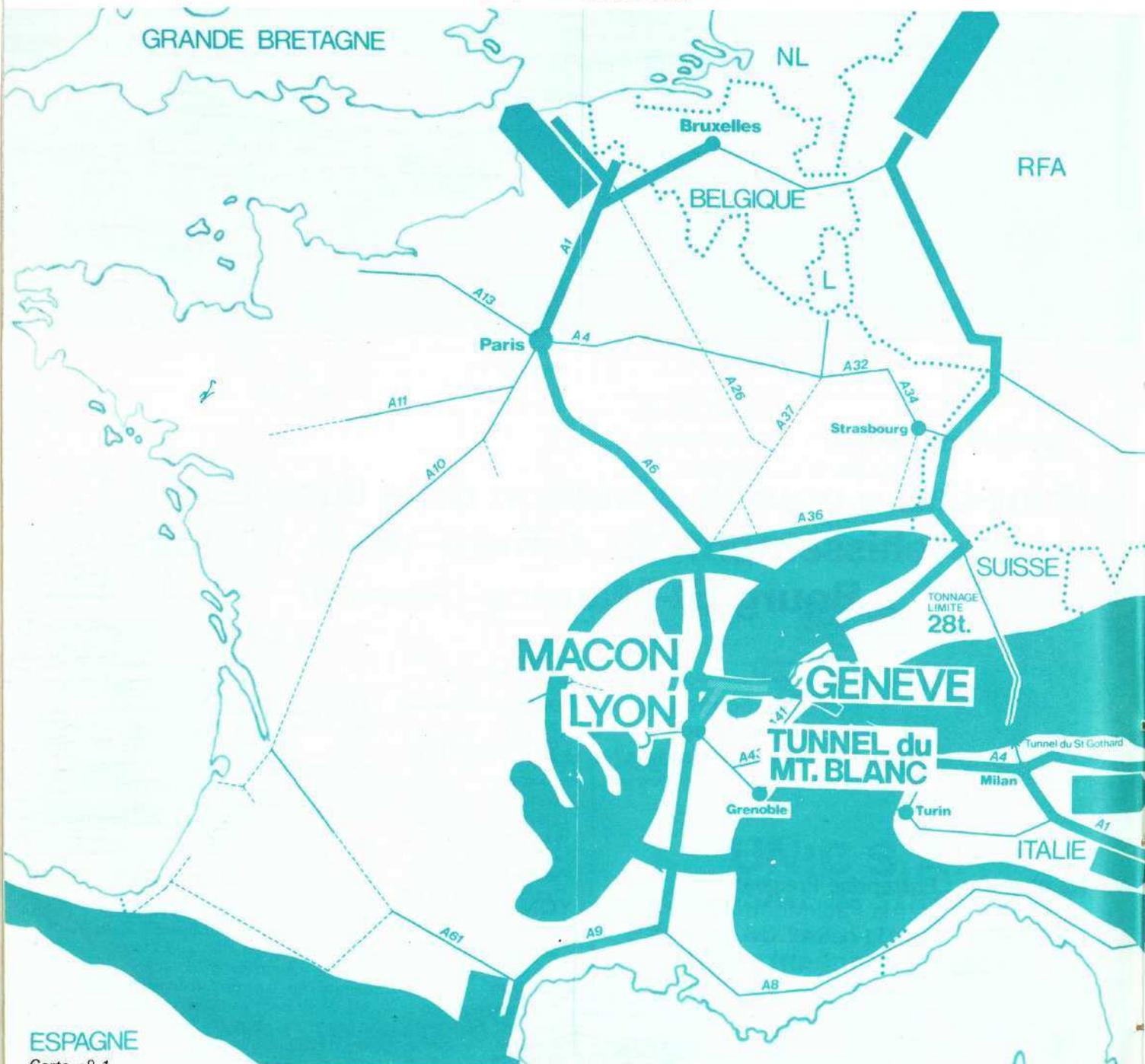
**Date d'exécution** : Août à Décembre 1981  
**Maître d'ouvrage** : S.N.C.F. région Chambéry  
**Montant des travaux** : 8.800.000 Frs

**Réalisation** : Entreprise Pressiat  
3, rue Paul-Montrochet 69002 LYON  
Tél. : (7) 842.08.96



# Les autoroutes A 40 : Mâcon - Tunnel du Mont Blanc et A 42 : Lyon - Pont d'Ain

par Marc CHABERT : Ingénieur des Ponts et Chaussées  
Directeur des Travaux de la Société du Tunnel sous le Mont Blanc  
Directeur de l'Agence d'Annecy de Scetauroute  
jusqu'au 1<sup>er</sup> octobre 1982  
(jusqu'au 1<sup>er</sup> octobre 1982)



ESPAÑE  
Carte n° 1

UN TRAIT D'UNION ENTRE DEUX AXES EUROPEENS  
le dernier maillon non autoroutier de la liaison PARIS — GENEVE — ROME sera mis en service en 1986/87

L'amélioration de la liaison routière Tunnel du Mont Blanc - Mâcon s'est avérée être une nécessité aussi bien pour faciliter les liaisons internationales que les liaisons locales.

Les autoroutes A 40 Tunnel du Mont Blanc - Mâcon et A 42 Pont d'Ain - Lyon, permettent d'assurer à travers le Jura, la continuité des grands axes pour lesquels s'effectuent les échanges internationaux en plein développement au sein de la Communauté Économique Européenne et au-delà.

La difficulté des liaisons actuelles impose la mise en place de ce trait d'union entre pays européens que constitue la traversée du Jura par les autoroutes A 40 et A 42.

Au plan régional (région Rhône-Alpes et Genevois), les fonctions assurées par A 40 et A 42 ne sont pas moins importantes.

- Débouché vers l'Ouest pour le Genevois, le Châblais et la vallée de l'Arve,
- désenclavement du massif du Jura, région d'accès difficile qui ne peut, de ce fait, utiliser à plein ses potentialités industrielles et touristiques. La mise en service de l'autoroute, lorsqu'elle sera complète, permettra l'ouverture de ces activités sur les énormes marchés que constituent les régions lyonnaises et genevoises qui se trouveront alors à moins d'une heure de voiture des zones touristiques et de repos,
- la seconde fonction régionale de A 40 est d'assurer une bonne liaison entre les villes moyennes et importantes de la région.

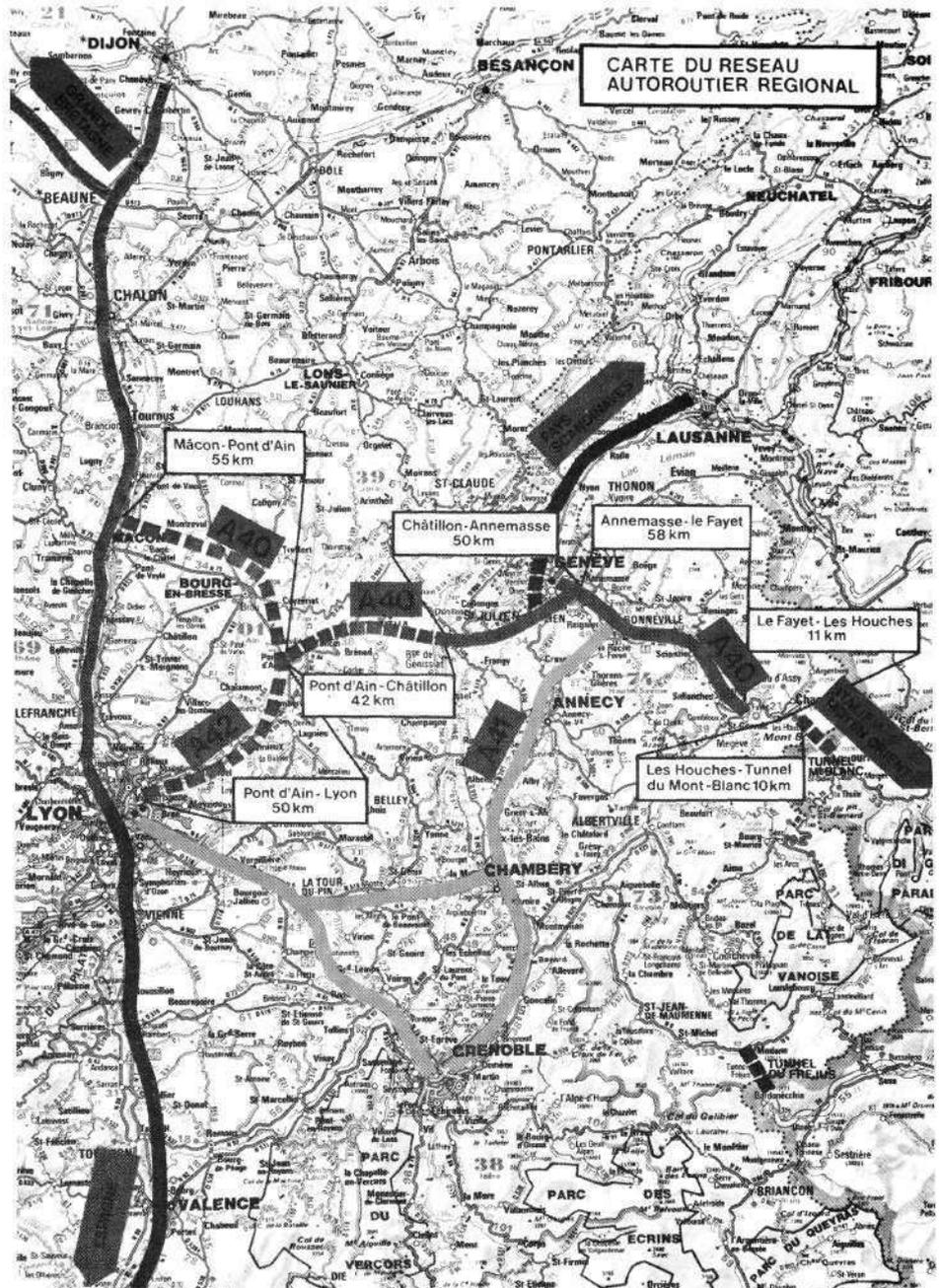
Il y a, bien sûr, les deux métropoles Lyon et Genève (la liaison autoroutière Lyon-Chambéry-Annecy-Scientriez-Annemasse maintenant achevée, permet de relier aussi Lyon et Genève, mais cette liaison représente 35 km de plus que la liaison A 40).

Il y a surtout l'ensemble des villes telles que Amberieu, Pont d'Ain, Mâcon, Bourg, Yonnax, Bellegarde, Saint-Julien, Annemasse, génératrices d'un trafic important qui verront leurs liaisons considérablement améliorées.

Le report du trafic Poids Lourds actuel sur l'autoroute entraînera une diminution du trafic sur la voirie actuelle et facilitera la circulation, offrira de nouvelles possibilités de développement aux zones concernées.

En particulier, la déviation du trafic de transit au droit des villes Mâcon et Bourg, Pont d'Ain, Maillat, Saint-Martin, Nantua, Neyrolles, Saint-Germain-de-Joux, Chatillon-en-Michaille, Bellegarde, Valleiry, Viry, Saint-Julien-en-Genevois, Collonges et Etrembières sera un soulagement pour les habitants et entraînera une amélioration certaine de la sécurité.

L'effet le plus bénéfique et le plus sensible pour les riverains sera sans doute la diminution du bruit auquel ils sont soumis. Les axes routiers existants traversent, en effet, de nombreux villages ou villes où les habitants sont soumis, du fait du trafic important et du fait surtout du fort pourcentage de Poids Lourds très supérieur à la



Carte des autoroutes de la région Rhône-Alpes.

moyenne nationale (20 à 25 % du trafic), circulant de jour comme de nuit, à un niveau de bruit insupportable, dépassant celui atteint le long des artères des grandes villes ou même du boulevard périphérique à Paris (Bellegarde : 82 dBa, Nantua : 80 dBa, avenue de Versailles à Paris : 75 dBa).

De Mâcon à Bellegarde et de Lyon à Pont d'Ain, c'est plus de 6 000 logements représentant près de 20 000 personnes environ qui sont affectées par cette nuisance.

C'est pourquoi la réalisation des autoroutes A 40 et A 42 a été concédée :

- d'une part à la Société du Tunnel sous le Mont Blanc pour le tronçon Annemasse - Chatillon-en-Michaille (50 km)
- d'autre part à la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône pour les sections Chatillon-en-Michaille - Pont d'Ain (40 km), Pont d'Ain - Mâcon (55 km) et Pont d'Ain - Lyon (50 km).

## La programmation des chantiers

1) La section Annemasse - Chatillon-en-Michaille (50 km) mise en service le 5 février 1982 par la Société du Tunnel sous le Mont Blanc, permet maintenant de disposer de 110 km d'autoroute entre Chatillon-en-Michaille et le Tunnel du Mont Blanc.

Le réseau autoroutier Suisse doit se raccorder à Saint-Julien à la Section Annemasse - Chatillon-en-Michaille dès que la Suisse aura terminé l'autoroute de contournement de Genève par l'Ouest.

De son côté, l'État français réalise, avec le concours financier des collectivités et de la

Société du Tunnel sous le Mont Blanc, la mise à quatre voies sous forme de voie express des dix derniers kilomètres non autoroutiers à la sortie du Tunnel du Mont Blanc. Les travaux sont en cours et l'année 1982 a vu, sur cette section, la mise en service complète du viaduc des Egratz long d'environ 2 500 m.

**2) La section Chatillon-en-Michaille - Pont d'Ain (40 km) doit être mise en service entre 1986 et 1987, selon les tronçons ?**

Les travaux ont débuté en 1982, mais les difficultés techniques et les nombreux ouvrages exceptionnels rendent nécessaire un délai de cinq ans pour les travaux.

**3) La section Pont d'Ain - Bourg - Mâcon est prévue entre 1985 et 1986**

Les travaux ont débuté près de Bourg-en-Bresse, de façon à assurer le contournement de Bourg dès 1985.

**4) La section Pont d'Ain - Lyon est découpée en deux tranches :**

- a) la partie la plus chargée en trafic Lyon - Chazey (30 km) sera mise en service en avril 1983,
- b) l'autre partie Chazey - Pont d'Ain (20 km), de réalisation assez aisée, devrait débiter en travaux, de façon à être terminée en même temps que les sections difficiles (1987), de manière à assurer une continuité autoroutière.

**Pourquoi cette programmation ?**

Actuellement, la charge la plus importante du trafic se situe sur la liaison Mâcon - Annemasse. Il s'agit d'un trafic international, avec à peu près 20 % de Poids Lourds, des traversées d'agglomérations assez fréquentes et un bruit très important pour les habitants de ces agglomérations. L'autre section très circulée est à la sortie de Lyon. Cette section sert d'autoroute de dégagement pour le trafic quotidien domicile - travail. C'est pour cette raison que les travaux ont débuté par les deux extrémités.

A ce jour, sur les 200 km d'autoroute que représentent les liaisons A 40 et A 42 :

- 50 km sont en service (Annemasse - Chatillon).
- 30 km supplémentaires seront mis en service en 1983 (Lyon - Chazey).
- 70 km sont en chantier (Bourg - Pont d'Ain - Chatillon).
- 50 km devraient être mis en chantier en 1984-1985 pour assurer les raccordements Bourg - Mâcon à A 6 et Pont d'Ain - Chazey en 1986-1987, en même temps que la partie centrale.

**Les travaux de la section Annemasse - Chatillon-en-Michaille**

Hormis des terrassements assez délicats, les travaux ont comporté trois ouvrages exceptionnels.

1) **Le viaduc de Bois d'Arlo** (long de 250 m) est exceptionnel par son système de fondation conçu pour permettre le mouvement du terrain sur une vingtaine de mètres d'épaisseur à la vitesse de 1 à 2 cm par an.

2) **Le viaduc de Bellegarde** (long de 1050 m) franchit le Rhône avec une portée centrale de 130 m.

3) **Le tunnel du Vuache** comporte deux tubes de 1400 m dans des terrains jurassiques. Le percement s'est effectué à l'explosif avec une machine perforatrice à 3 bras. Au cours des travaux, des cavités karstiques de dimensions importantes ont été rencontrées.

**Les travaux de la section Lyon - Chazey**

Cette section, d'une trentaine de kilomètres, se raccorde au boulevard périphérique de Lyon par l'autoroute LY 5.

La carte ci-contre situe aussi le raccordement de A 42 et LY 5 avec le premier tronçon de la future autoroute A 46 qui permettra, en contournant Lyon par l'Est, d'éviter l'actuelle traversée autoroutière de Lyon passant sous le tunnel de Fourvière et devant la gare de Perache.

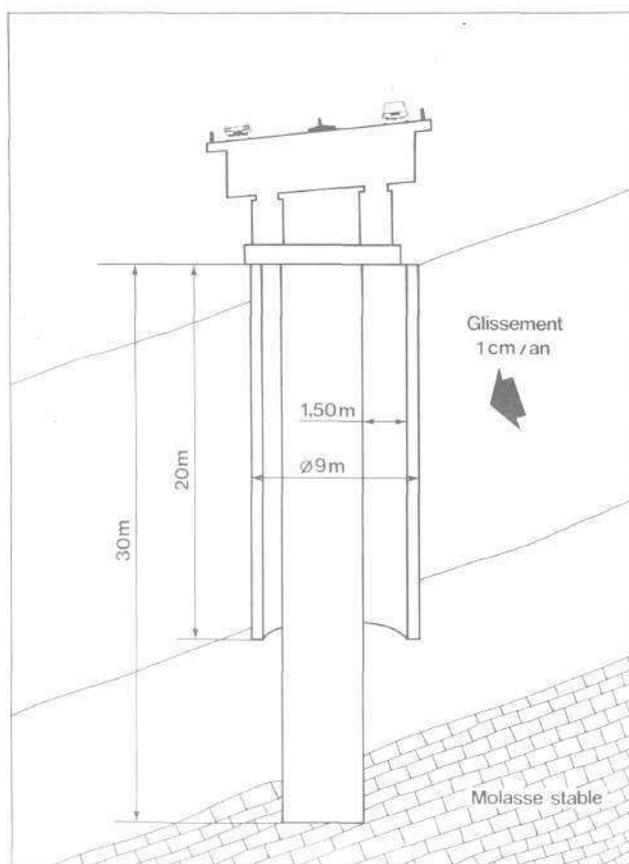
Cette autoroute rejoint l'autoroute A 6 au Nord de Lyon près de Villefranche, elle assurera aussi une nouvelle pénétration dans Lyon pour le trajet domicile-travail du Nord-Est lyonnais.

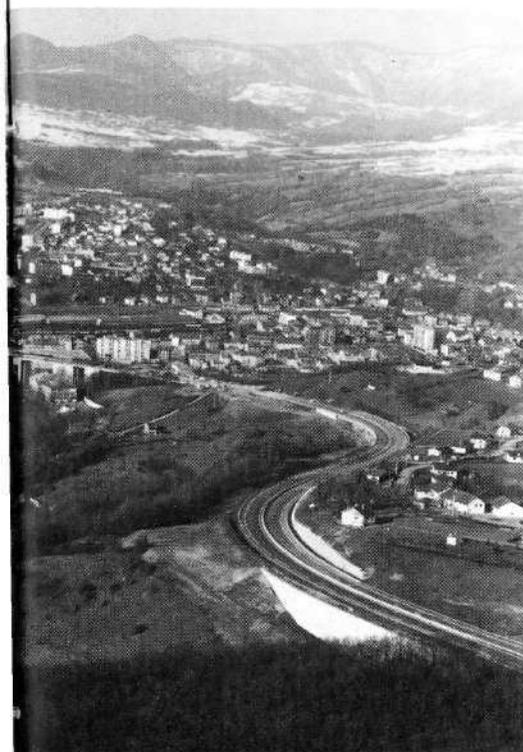
L'enquête d'utilité publique de l'ensemble de cette section de A 46 pourrait être lancée en 1983, mais les travaux de raccordement de A 46 et de LY 5 sont en

*Viaduc de Bellegarde terminé.*



*Schéma fondation du viaduc du Bois d'Arlo.*





tée centrale de l'ordre de cent soixante mètres pour cet ouvrage de 700 m de long dont les travaux devraient débuter en 1983.

Après Poncin, la Route Nationale emprunte le site du Cerdon. La montée du Cerdon est un point noir pour les Poids Lourds. L'autoroute courcircuitera ce passage en se maintenant sur le plateau du Jura. Aussi, quand cette section sera réalisée, l'autoroute évitera-t-elle aux camions cette longue rampe sinueuse.

Les travaux sont en cours : un lot de 17 ouvrages permettant de libérer le chantier de terrassement des contraintes de circulation sera terminé en 1983. Les terrassements ont débuté sur le tiers de la section près de Nantua, car ils doivent permettre de réutiliser les matériaux extraits du tunnel de Nantua dont le percement est en cours. Le lot de terrassement suivant sera lancé en 1983 avec les derniers ouvrages (une vingtaine).

b) **Section Saint-Martin-du-Fresne** (près de Nantua) - **Chatillon** (près de Bellegarde) (20 km).

Cette section est caractérisée par le nombre important d'ouvrages exceptionnels dus au relief qui conduit à utiliser, pour l'autoroute, l'un ou l'autre des versants de la cluse conduisant de Nantua à Bellegarde (le fond de la vallée est déjà occupé par les lacs, les cours d'eau, la Route Nationale, la voie ferrée et l'urbanisation).

La carte ci-contre montre que **les ouvrages exceptionnels (viaducs et tunnels) représentent 50 % de la longueur de cette section de 21 km + 3 tunnels d'une longueur totale de 5 200 m :**

- tunnel de Chamoise de 3 300 m (pour contourner Nantua)
- tunnel de Saint-Germain-de-Joux de 1 200 m
- tunnel de la Crotte de 700 m
- + 8 viaducs d'une longueur totale de 5 300 m**, dont notamment :
  - viaduc de Nantua de près de 2 000 m (avec des portées allant de 50 à 115 m)
  - viaduc de Sylans de 1 500 m (portées de l'ordre de 50 m)
  - viaducs des Glacières, Charix, Frebuges, Lalleyrat, Tacon, Crotte avec des longueurs de 150 à 600 m.

Ces ouvrages sont reliés par des terrassements à flanc de coteau, en général dans des versants d'éboulis.

Les deux chaussées de l'autoroute sont pratiquement toujours décalées pour mieux s'intégrer au site et soutenues par des murs.

**Il a fallu prévoir 10 hectares de murs de soutènement comprenant essentiellement des murs ancrés, terre armée ou de type Peller.** Ceci s'explique par la forte pente transversale fréquemment voisine de 40 %, ce qui nécessite une hauteur cumulée de murs de l'ordre de 15 à 25 m pour un profil en travers (murs répartis entre un mur amont, un mur entre les 2 chaussées et un mur aval).

**Le chantier a débuté en 1982 pour le percement du tunnel de Chamoise.** Le tunnel comporte un seul tube bidirectionnel en première phase, avec deux usines de ventilation dont une usine souterraine et un puits de ventilation. Il est prévu de terminer ce tunnel (équipement compris) en 1986.

*Cavité karstique tunnel du Vuache.*

Photo Yannick Collet.



cours dans la partie déjà déclarée d'utilité publique.

L'État réalise aussi la partie Lyon - Dagneux de A 42 (DDE du Rhône et de l'Ain), tandis que la partie Dagneux - Chazey est construite par la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône.

Les principales difficultés résident dans la protection des nappes d'eau et des captages de la région lyonnaise, ainsi que le franchissement de l'Ain par le viaduc métallique de Villieu près de Chazey.

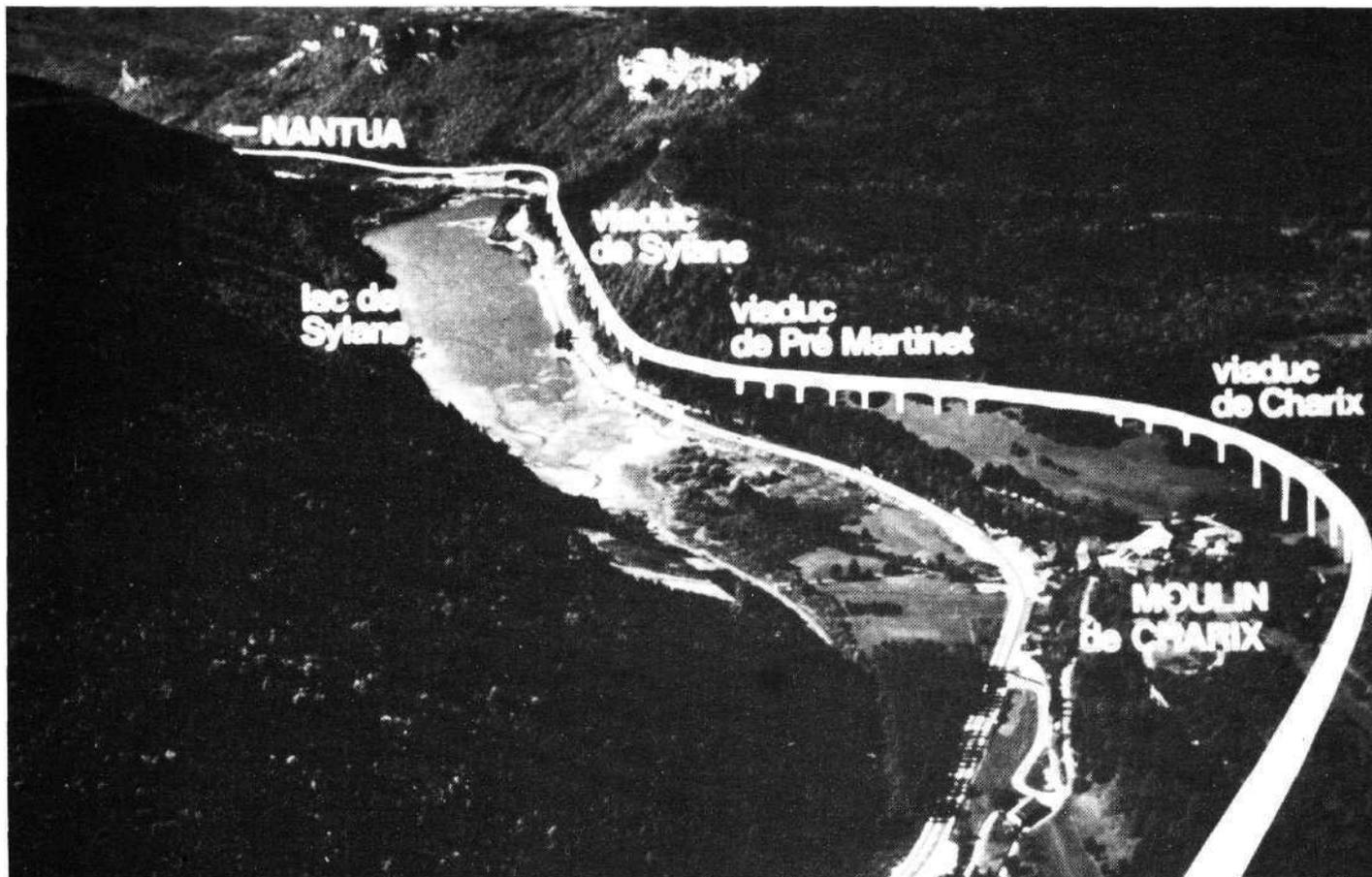
## Les travaux de Pont d'Ain à Chatillon-en-Michaille

a) **Section Pont d'Ain - Saint-Martin-du-Fresne** (près de Nantua) (20 km).

Cette section de 20 km permet de passer de la plaine de l'Ain à la cluse très tourmentée de Nantua. Elle traverse un paysage vallonné entraînant des volumes de terrassements importants avec une diversité de sol allant du calcaire au sol meuble à forte teneur en eau non réutilisable en terrassements, même après traitement.

Du fait de la karstification des sols calcaires, certains tronçons présentent des risques d'effondrement localisés et nécessitent des dispositifs importants de protection des nappes d'eau souterraines.

A Poncin, la rivière d'Ain est franchie par un viaduc. Pour préserver le site de la vallée, il a été décidé de ne pas mettre de piles dans l'Ain. Ceci a conduit à retenir une por-



L'année 1983 verra le lancement d'appels d'offres importants, tels que les viaducs de Glacières, Sylans, le tunnel de Saint-Germain et les murs de soutènement, auxquels s'ajoutent de nombreux travaux préparatoires de terrassements préalables et de pistes d'accès.

**Les principales difficultés de ce chantier délicat** (hormis le percement des tunnels résident dans :

— **la réalisation des têtes de tunnel qui sont biaisées** dans des versants d'ébouilés qu'il faut franchir avant de trouver le calcaire (tunnel de Saint-Germain-de-Joux et de la Crotte). On a choisi de réaliser au préalable, chaque fois que cela était possible, les terrassements délicats de ces têtes, de façon à dégager le front d'attaque pour l'entreprise chargée du tunnel. Ceci permet de ne pas mettre ces tâches aléatoires sur le chemin critique.

— **les fondations et les murs de soutènement.** Les reconnaissances fines ont permis d'aboutir à un projet qui définit les phases successives de construction des différents types de murs. En effet, la réalisation des déblais de fouilles dans ces ébouilés est une opération délicate qui doit être menée dans un ordre précis compte tenu de la superposition des murs dans un même profil en travers (aval, médian et amont).

Les études de l'ensemble de la section ont

dû être faites sur profil en travers détaillé par pas de 10 à 50 m selon les zones.

Il est certain que, malgré ces études, il faudra, au fur et à mesure du chantier, vérifier les calculs avec la réalité mesurée et, éventuellement, adapter le projet.

En effet, les dalles calcaires sur lesquelles, en général, sont fondés les murs de soutènement ou les ouvrages, présentent des décrochements localisés, des altérations ou des failles que les reconnaissances ne peuvent détecter dans le détail.

Aussi, au cours du chantier, il faut prévoir d'avoir à faire de nombreuses mesures de laboratoire et d'avoir à recalculer très rapidement les soutènements et les fondations. Ceci implique une organisation assez lourde d'études (géotechnique, géologie, calcul de stabilité) et de laboratoire sur le chantier, appuyée par des outils informatiques sur place.

A ceci s'ajoute l'exiguïté et la topographie escarpée du site qui fait que les accès aux différents ouvrages sont très peu nombreux et doivent faire l'objet de travaux d'aménagements préalables souvent difficiles (utilisation fréquente de murs ancrés). Ceci implique une imbrication des travaux complexe et donc une planification rigoureuse et surtout une possibilité d'adaptation de la programmation des travaux en fonction des aléas inévitables.

Ceci permet de comprendre qu'il est diffi-

cile de comprimer le délai de la durée de ce chantier car certaines phases doivent obligatoirement se dérouler les unes après les autres, faute d'accès possible.

## Conclusion

Ceci permet de penser que les travaux les plus simples ou, en tous cas, les moins aléatoires, seront les viaducs et que tout l'effort du Maître d'Œuvre devra porter sur la difficulté réelle qui est le contrôle des terrassements, soutènements et fondations, ainsi que la maîtrise de tous les ouvrages accessoires entraînant des terrassements.

L'autre point à surveiller de près sera bien sûr le pilotage de la coordination des différents travaux.

En dehors des aspects techniques pendant la durée des travaux, la population locale verra son trafic perturbé par la circulation d'approvisionnement du chantier qui utilisera forcément la route nationale, mais l'espoir de voir cette autoroute se terminer rapidement fera certainement patienter les riverains qui, d'une façon générale, souhaitent sa réalisation rapide.

Le chantier devrait être intéressant à visiter à partir de l'automne 1983 en attendant la mise en service de sections importantes en 1986 qui soulageront notamment les villes de Nantua, Pont d'Ain et Bourg.

# L'étude RCB sur les renforcements coordonnés

par Y. HUART  
Ingénieur des Ponts et Chaussées  
Service d'analyse économique et du Plan

## 1 — Les objectifs et le déroulement de l'étude

En février 1981, a été décidé le lancement d'une étude de rationalisation des choix budgétaires (RCB) sur les renforcements coordonnés des routes nationales.

La nécessité de réaliser cette étude a été confirmée le 9 décembre 1981 par M. le Ministre d'État, Ministre des Transports, lequel a demandé que soient prises en compte les orientations nouvelles de la politique des transports.

Parmi celles-ci, figure en effet la relance d'une politique rationnelle et soutenue d'entretien et de remise en état du réseau routier. Les renforcements coordonnés constituent un des axes forts sur lesquels une telle action doit être fondée.

L'étude RCB avait pour objectifs de proposer, à partir d'une analyse des avantages économiques procurés par les renforcements coordonnés, un nouveau rythme de renforcement, ainsi que les dispositions à prévoir en ce qui concerne les travaux d'accompagnement, le renforcement des traverses d'agglomération, celui des ouvrages d'art, et le niveau d'entretien des itinéraires non renforcés.

La responsabilité de l'étude a été confiée à M. Consigny, Inspecteur général des finances, et j'ai été désigné comme rapporteur. La Direction des Routes, la Direction du Budget, la Direction de la Prévision et la Direction des Affaires Économiques et Internationales ont été associées à l'étude, et certaines d'entre elles ont apporté des contributions (notamment le SETRA).

L'étude est maintenant en voie d'achèvement.

Avant d'en présenter les principaux résultats, on exposera le bilan des renforcements coordonnés depuis l'origine.

## 2 — Bilan des renforcements coordonnés

Rappelons d'abord que les renforcements coordonnés ont pour but essentiel de permettre aux chaussées de résister aux facteurs de dégradation, qui sont principalement les agressions dues au trafic lourd et les agressions climatiques (cycles gel-dégel). Ceci est réalisé par apport sur la chaussée existante de matériaux, soit seulement sous la forme d'une nouvelle couche de surface en béton bitumineux, soit sous la forme d'une couche de base (en grave traitée au bitume ou avec un liant hydraulique) surmontée d'une couche de roulement. L'apport des couches de renforcement est généralement accompagné de travaux annexes, notamment destinés à

mettre autant que possible la route à l'abri de l'action néfaste des eaux.

A l'objectif de conservation de la chaussée, est souvent adjoint celui d'amélioration des caractéristiques géométriques de la chaussée, et notamment de sa largeur, car il est apparu qu'il ne serait pas opportun de réaliser des travaux de renforcement dont le montant est loin d'être négligeable (il avoisine actuellement le million de francs au kilomètre) sans en profiter pour mettre la route aux normes adaptées aux exigences de la circulation moderne.

Le renforcement est suivi d'une politique d'entretien préventif, qui prévoit un entretien avant apparition des désordres, de façon à ce qu'on soit sûr de sauvegarder le capital investi lors du renforcement. Cet entretien se distingue de celui dit "curatif", effectué avant renforcement, qui se limite à réparer les dégradations dans la mesure nécessaire pour éviter leur accélération et assurer la sécurité des usagers.

*Les renforcements coordonnés de la RN 116 dans les Pyrénées-Orientales.*



La politique des renforcements coordonnés a été lancée en 1969, à la suite de la prise de conscience suscitée par les graves dégâts subis par le réseau lors de l'hiver rigoureux 1962-1963, et des études et réflexions qui en ont été issues.

Le renforcement du réseau (qui se fait itinéraire par itinéraire et non par sections isolées, d'où le terme de "coordonné") s'est poursuivi à un rythme annuel d'environ 1 500 kilomètres par an de 1971 à 1974.

Mais, après la pointe de 2 580 kilomètres renforcés en 1975 grâce à des crédits débloqués au titre du "plan de soutien", le rythme de renforcement n'a fait que décliner depuis lors, jusqu'en 1981 où seulement 560 km ont pu être traités.

Il en est résulté que l'on s'est trouvé loin d'atteindre l'objectif qui avait été fixé d'achever le renforcement du réseau en 1980.

Malgré une augmentation sensible des crédits opérée dans le cadre du budget 1982 (par rapport à 1981, 36 %, soit plus de 20 % en francs constants), fin 1982 un tiers des quelque 24 000 km de routes nationales dont le renforcement est nécessaire n'aura pu être traité.

Or l'état du réseau à renforcer est préoccupant : plus de 70 % de sa longueur exigerait une intervention immédiate. En outre ses caractéristiques géométriques sont souvent inadéquates.

### **3 — Les analyses effectuées dans le cadre de l'étude RCB et les conclusions auxquelles elles peuvent conduire**

Dans le cadre de l'étude RCB, on s'est efforcé d'analyser les différents effets socio-économiques des renforcements coordonnés, et de les quantifier lorsque cela était possible.

Ces effets comportent principalement :

— La suppression du risque que la chaussée soit détruite ou gravement endommagée à la suite d'un hiver rigoureux ; sont ainsi évitées des dépenses de reconstruction d'un montant important, et les perturbations qui résulteraient de graves dégradations jusqu'à ce que la reconstruction ait pu être faite : impossibilité ou grandes difficultés de la circulation, d'où perturbations dans l'activité économique, coûts de fonctionnement des véhicules augmentés, pertes de temps.

— La possibilité de supprimer (sauf éventuellement en hiver exceptionnel) les barrières de dégel ; or ces interdictions de circulation des poids lourds sont sources de perturbations économiques : trajets des véhicules allongés (d'où coûts supplémentaires

et retards), nécessité d'utiliser des camions plus petits ou moins chargés, et dans certains cas interruption de la desserte en marchandises des entreprises et des agglomérations, dont les conséquences peuvent être particulièrement graves.

— L'incidence sur le coût d'entretien des chaussées ; on constate certes que l'on dépense plus au kilomètre pour entretenir les chaussées renforcées que pour celles qui ne le sont pas encore ; ce paradoxe s'explique par les niveaux très différents offerts par les deux types d'entretien en ce qui concerne le service procuré aux usagers et la conservation du capital chaussée ; mais, si l'on considère que le niveau actuel de l'entretien curatif sur les routes en attente de renforcement ne pourrait être maintenu sur une longue période, on est conduit à estimer que les renforcements coordonnés entraîneront à terme des économies d'entretien pour l'État ; par ailleurs, il faut tenir compte de l'échelonnement des dépenses dans le temps (il y a peu d'entretien à faire durant les premières années qui suivent le renforcement).

— La réduction des coûts de fonctionnement des véhicules, du fait du meilleur uni de chaussée obtenu ; d'après les données disponibles, cette réduction devrait entraîner des économies importantes, et constituer le poste le plus grand en termes monétaires parmi les avantages obtenus.

— L'incidence sur la sécurité, les renforcements intervenant en la matière de deux façons contraires : ils diminuent les risques de perte de contrôle du véhicule créés par les irrégularités de la chaussée (aquaplaning notamment), mais ils incitent l'utilisateur à augmenter sa vitesse. Globalement, l'effet semble plutôt bénéfique, mais n'a pu être mis en évidence de façon statistiquement faible.

— L'amélioration du confort.

— L'augmentation de vitesse déjà mentionnée, qui a des effets pervers sur la sécurité et sur la consommation de carburant, mais qui entraîne aussi des gains de temps.

On a déterminé un ordre de grandeur de la rentabilité économique des renforcements coordonnés, en intégrant ceux de leurs effets qui ont pu être traduits en termes monétaires. On est parvenu à la conclusion que ces travaux sont particulièrement intéressants sur le plan économique, puisque les taux de rentabilité immédiate trouvés avoisinent 50 % pour des routes à fort trafic et 20 % sur des routes à trafic relativement faible.

On s'est interrogé cependant sur l'opportunité de poursuivre les renforcements suivant la méthode actuelle : renforcement en une seule phase suivie d'un entretien préventif. On a ainsi examiné des stratégies alternatives : renforcement progressif d'une part - renforcement suivi d'un entretien réduit, puis d'un nouveau renforcement d'autre part.

Mais ces autres solutions sont apparues moins satisfaisantes que celle utilisée jusqu'à présent.

Par ailleurs, on s'est penché sur le problème du renforcement des traverses d'agglomération, parfois différées vu leur coût, mais qu'il paraîtrait judicieux de traiter d'emblée dès lors que leur nécessité serait assurée à court terme — sur le problème du renforcement des ouvrages d'art, pour lequel un effort important est à faire, avec coordination avec le renforcement des chaussées dans la mesure du possible — sur les travaux d'accompagnement, dont il faut prévoir le développement car l'on va avoir affaire à des routes dont les caractéristiques géométriques sont en général plus médiocres que celles des routes renforcées pendant les premières années.

On devrait tirer de cette étude les conclusions suivantes :

— Les renforcements coordonnés méritent qu'un effort important soit fait en leur faveur ; le relèvement en 1982 des dotations budgétaires qui leur sont consacrées devrait être amplifié durant les années à venir.

— La stratégie du renforcement en une seule phase suivie d'un entretien préventif devrait être conservée sauf cas particuliers.

— Les routes en attente de renforcement peuvent continuer à ne recevoir qu'un entretien curatif, dans la mesure où le rythme du programme de renforcement sera accéléré comme préconisé ; même ainsi, il faut tabler sur une certaine augmentation de la dépense kilométrique annuelle.

— Le renforcement des traverses d'agglomération, celui des ouvrages d'art, les travaux d'accompagnement devraient faire l'objet de dotations budgétaires très sensiblement abondées.

Ainsi seraient déterminées les modalités d'application de l'objectif de relance d'une action rationnelle et soutenue d'entretien et de remise en état du réseau routier, objectif qui a été fixé dans le cadre de la nouvelle politique des transports et dont la nécessité est indiscutable, tant pour les intérêts de l'État que pour ceux des usagers.

# réalisations dans les D.D.E.

*Direction Départementale de l'Équipement de la Nièvre*

## **LES RENFORCEMENTS COORDONNÉS DE LA RN 81 ENTRE NEVERS ET DECIZE**

*par Philippe SAUQUET,  
Ingénieur des Ponts et Chaussées*

### **I — Présentation**

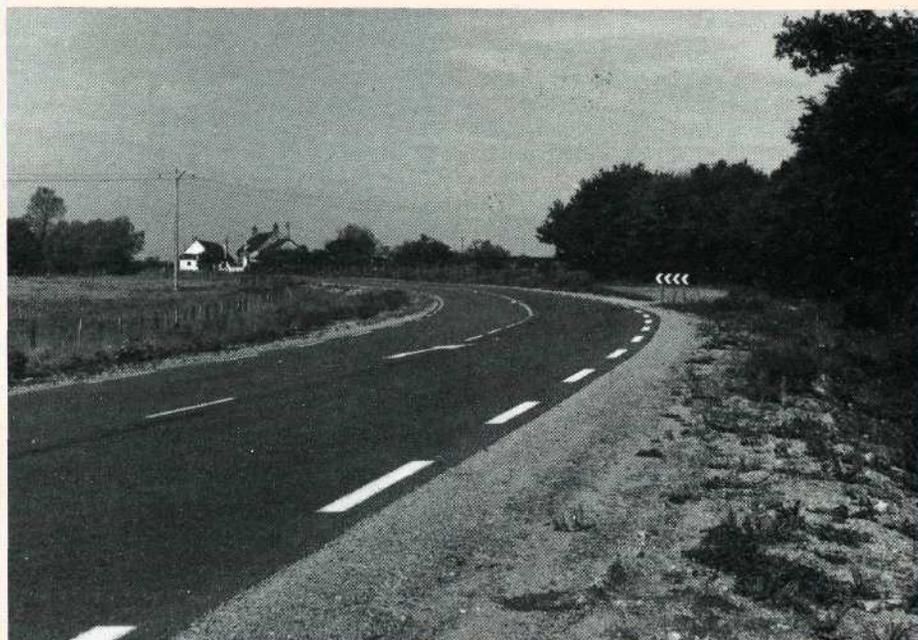
Hier... Nevers était une ville-pont sur la Nièvre et non sur la Loire : au Moyen Age, l'itinéraire Paris-Lyon passait par Nevers, Decize et Charlieu en suivant la vallée de la Loire Moyenne et non par Nevers et Moulins. Au cours de la guerre de Cent ans, lors du transfert de la capitale à Bourges, la RN 81 perdit son importance au profit de la route du Bourbonnais, c'est-à-dire la RN 7.

Aujourd'hui, la RN 81 permet de lier Nevers à Mâcon et Lyon. Véritable épine dorsale d'une vallée fortement urbanisée, cet axe permet d'assurer les liaisons entre trois villes industrielles du département de la Nièvre : Nevers, Imphy et Decize.

En 1978, sa chaussée de 6,50 m supportait un trafic de 6 900 véhicules/jour entre Nevers-Imphy (trafic domicile-travail très important de par la présence des Aciéries d'Imphy S.A. employant près de 3 000 salariés) et de 4 000 véhicules/jour entre Imphy et Decize.

Sa structure composée généralement de 3 à 6 cm d'enduit superficiel surmontant 22 à 30 cm de blocage donnait d'importants signes de fatigue. La gélivité très importante du sol support et la faiblesse de cette structure furent à l'origine de nombreux arrachements par plaque au cours de l'hiver 1978-1979.

Fort heureusement, avant la ruine totale, la RN 81 Nevers-Decize a été inscrite au programme de renforcements coordonnés 1981.



RN 81.



### **II — Caractéristiques techniques et financières**

#### **A - Tracé**

Parallèlement aux renforcements proprement dits, 5 opérations furent programmées :

- Côte de Montéchamps : écrêtement et rectification de virages.
- Port des Bois : rectification de virages.
- Saint-Ouen : rectification de virages.
- Sougy : rectification de virages.

# réalisations dans les D.D.E.

- Pont de Rosières : augmentation du tirant d'air d'un ouvrage situé sous une voie SNCF et rectification de virages.

La vitesse de référence adoptée fut de 80 km/h.

## B - Chaussée

La chaussée a été calibrée à 7,60 m sur les 33 km de la section.

Les hypothèses de trafic (To entre Nevers et Imphy, T1 au-delà) et la nécessité de protection vis-à-vis du gel ont conduit à la structure de chaussée suivante :

	6 ou 8 cm BB
	25 ou 28 cm graves traitées

Le principe de traitement des graves au ciment fut retenu en raison de la proximité d'une unité de production des Ciments Français située à Beffes à une trentaine de kilomètres du chantier.

En ce qui concerne les granulats, deux possibilités se présentaient :

- les matériaux éruptifs en provenance du Morvan situés à une cinquantaine de km du chantier,
- les matériaux de Loire situés sur place mais de granulométrie très faible (40 % de passant à 4 mm, 75 % de passant à 25 mm).

L'obtention d'un fuseau de granulométrie type SETRA pour une grave ciment 0/20 conduisait à éliminer plus de 50 % du matériau brut.

Aussi 2 formules furent étudiées par le laboratoire régional d'Autun et mises en œuvre sur le chantier :

- grave ciment 0/20 entre Nevers et Imphy,
- micro-grave ciment 0/10 entre Imphy et Decize.

Cette dernière technique assez "pointue" en ce qui concerne la mise en œuvre (forte teneur en ciment, forte proportion d'éléments fins donc forte sensibilité à l'eau, forte proportion d'éléments roulés donc faible stabilité immédiate...) a conduit à des résultats de densité très corrects et a permis d'économiser 1 MF sur l'ensemble du chantier.

## C - Ouvrage

Le pont de Rosières qui permet le franchissement de la RN 81 par une voie ferrée, présentait un tirant d'air de 4,10 m seulement et était le siège de nombreux accidents de poids lourds. Il fut décidé de porter ce tirant d'air à 4,50 m, le principe étant de décaisser sous l'ouvrage en rétablissant la butée à l'avant des fondations par des butons coulés en place.



RN 81, pont de Rosières.



RN 81, virage de Sougy.

L'exécution du chantier fut assez délicate compte tenu du caractère vétuste de l'ouvrage et de la nécessité de conduire le décaissement et le butonnage par petite section, afin d'éviter tout déversement.

## III — Quelques chiffres

Les travaux se sont déroulés entre le mois de juin 1981 et le mois de juillet 1982 :

— Graves traitées : 200 000 tonnes	
— Béton bitumineux : 40 000 tonnes	
Coût : renforcements coordonnés	27 MF
sections rectifiées	6 MF
	33 MF
(soit 1 MF/km)	

## IV — Conclusion

Après les nombreuses perturbations causées aux riverains lors du chantier, la RN 81 est aujourd'hui livrée à la circulation.

Les premiers comptages accusent une nette progression du trafic et témoignent ainsi de la demande qui existait pour cet aménagement mais qui n'apparaissait pas dans les comptages du fait de l'existence d'itinéraires parallèles un peu moins vétustes.

# La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

## FORMATION CONTINUE ENPC

### routes

Ces sessions sont organisées à l'intention de praticiens routiers (gestionnaires de réseaux, hommes de chantier, spécialistes de bureaux d'études ou de laboratoire, ingénieurs des agences des entreprises routières) français ou étrangers. Les sessions se déroulent en français

L'objectif principal de ce cours est de fournir les éléments scientifiques et techniques qui permettront de comprendre et par conséquent d'appliquer convenablement les doctrines et les techniques. Une part importante est également faite aux problèmes économiques (choix technico-économiques, prix de revient, réponses aux appels d'offre et passations de marchés).

Les sessions ont une durée de 2 à 5 jours. Une part importante est consacrée à la discussion et un exercice pratique permet aux participants de mettre en application les connaissances acquises au cours de la session. Les conférences sont largement illustrées d'une documentation visuelle et écrite.

### thèmes et calendrier du premier semestre 1983

Terrassements et couches de forme	10 au 13 janvier	Paris
Méthodes d'étude en laboratoire des matériaux de chaussées	18 au 21 janvier	Rouen
Les liants hydrocarbonés	1 <sup>er</sup> au 4 mars	Rouen
Matériels de fabrication et de répannage	8 au 11 mars	Blois
<i>Journées d'étude :</i>	22 et 23 mars	Paris
Les chaussées rigides		
Chaussées en béton de ciment	2 au 6 mai	Saint-Omer

### géotechnique - ouvrages d'art

Ces stages s'adressent aux ingénieurs des services publics, des bureaux d'études et des entreprises chargés de la conception, l'exécution et la gestion des ouvrages de génie civil.

Ils sont conçus pour répondre concrètement aux préoccupations rencontrées sur le terrain et favoriser les échanges avec l'ensemble des partenaires concernés.

D'une durée moyenne de 3 à 4 jours, ils comprennent des conférences techniques suivies de discussions, et sont largement illustrés par une documentation visuelle et écrite et des exemples vécus. Ils comportent également un ensemble d'exercices d'application et des tables rondes au cours desquelles peuvent intervenir des conférenciers étrangers. Certains de ces stages s'articulent autour d'une visite de chantier ou d'installations spécialisées.

### géotechnique

Géotechnique 2	22 au 25 février	Paris
Les ouvrages de soutènement	22 au 25 mars	Paris
La géologie de l'ingénieur	11 au 15 avril	région de Béziers

Les géotextiles	19 au 22 avril	Paris
La stabilité des pentes	26 au 29 avril	Rouen
La reconnaissance : méthodes géophysiques et essais de sol en place	3 au 6 mai	Paris
Les barrages en terre	6 au 10 juin	Toulouse
La restauration des ouvrages et des structures	30 mai au 3 juin	Paris
Les éléments finis appliqués aux problèmes de mécanique des sols et des roches	13 au 17 juin	Paris

## ouvrages d'art

Les passerelles piétonnes et les passerelles cyclables	1 <sup>er</sup> au 3 mars	Paris
Les ponts-types	8 au 10 mars	Paris
La portance des ouvrages. Les transports exceptionnels	22 au 24 mars	Paris
Les fondations anciennes	3 au 6 mai	Bayonne
Les tunnels	25 au 27 mai	Nice
L'exécution des ponts en béton : problèmes d'exécution liés aux types d'ouvrages	31 mai au 3 juin	Paris

## équipement urbain

### thèmes et calendrier des sessions 1983

Coordination des travaux de VRD dans les villes	25-26-27 janvier
La publicité dans l'environnement urbain : de la réglementation nationale aux adaptations locales	22-23 février
L'exploitation et la réhabilitation des réseaux d'assainissement	1-2-3 mars
Impacts financiers des choix d'aménagement	19-20-21 avril
Voies et réseaux dans les opérations d'habitat individuel	26-27-28 avril
L'assainissement autonome	3-4-5 mai
Le nettoyage des villes et la collecte urbaine des déchets	31 mai-1 <sup>er</sup> -2 juin
Coopération intercommunale et services collectifs urbains : présent et avenir	7-8 juin
Les chaussées urbaines	20-21-22 septembre
La construction des réseaux d'assainissement	27-28-29 septembre
Gestion économique et financière des réseaux d'eau et d'assainissement	4-5-6 octobre
Informatique appliquée à la conception des réseaux d'assainissement	11-12-13 octobre
Politiques d'économies d'énergie des collectivités locales	18-19-20 octobre
La conception et l'entretien des dispositifs d'épuration simples	25-26-27 octobre
Evolution des financements des investissements locaux	15-16-17 novembre
Réseaux de chaleur et géothermie	29-30 novembre- 1 <sup>er</sup> décembre
Eau et assainissement : leur prise en compte dans les opérations d'urbanisme et d'aménagement	22-23-24 novembre
Informatique et exploitation des réseaux d'eau et d'assainissement	6-7-8 décembre

**thèmes et calendrier des sessions 1983**

Les méthodes de calcul du coefficient B : choix et pratique	19-20 janvier
Les techniques d'isolation thermique par l'extérieur	26-27 janvier
Les méthodes de diagnostic thermique des bâtiments existants et la garantie de résultat après travaux	23-24 février
Maîtriser l'énergie dans l'habitat existant	8-9-10 mars
La maîtrise de l'énergie dans les transports routiers	8-9-10 mars
Le label "Haute Performance Energétique" et le label "Solaire" : méthodes de calcul et expérimentations	19-20-21 avril
Evolution de l'isolation thermique dans la construction face aux nouvelles réglementations et incitations financières	3-4-5 mai
Les pompes à chaleur dans l'habitat	26-27 mai
La nouvelle réglementation thermique des bâtiments tertiaires	31 mai au 1 <sup>er</sup> juin
Maîtrise de l'énergie et copropriété : aspects techniques, juridiques et financiers	21 septembre
Politiques régionales et départementales de maîtrise de l'énergie	27-28-29 septembre
Politiques d'économies d'énergie des collectivités locales	18-19-20 octobre
L'habitat solaire en 1985.	9-10 novembre
Solaire passif, chauffage et production d'eau chaude sanitaire	29-30 novembre
Réseaux de chaleur et géothermie	1 <sup>er</sup> décembre

**thèmes et calendrier des sessions 1983**

Les techniques d'isolation thermique par l'extérieur	26-27 janvier
Expertise, indemnisation et réparation des désordres du bâtiment	15-16-17 février
Les relations entre maîtres d'ouvrage, architectes et entreprises	1-2-3 mars
Isolation thermique et acoustique : des réponses technologiques compatibles	26-27-28 avril
Comment analyser les tendances du marché du logement	17-18-19 mai
L'informatique au service du logement : CAO, aide à la décision, gestion	6-7-8 juin
Les techniques d'amélioration de l'habitat ancien : les structures et l'enveloppe du bâtiment	4-5-6 octobre
La loi sur les nouveaux rapports entre propriétaires et locataires : comment l'appliquer ? Qu'est-ce qui va changer ?	11-12 octobre
L'avenir de la construction neuve : quelle stratégie pour demain ?	19-20 octobre
Prévention, assurance et responsabilité dans la construction	25-26-27 octobre
Réduire le coût du logement : comment faire ?	15-16 novembre
La gestion et l'entretien des ensembles immobiliers	22-23-24 novembre
Les techniques d'amélioration de l'habitat ancien : les équipements intérieurs	6-7-8 décembre
Evolutions technologiques et conception du logement de demain	13-14-15 décembre

# mouvements

## DECISIONS

M. Jean-Pierre **ROUX**, IPC à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, placé en service détaché auprès de la Commune de Paris pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable, sur un emploi d'Ingénieur des Services Techniques de la Ville de Paris, à la Direction de la Voirie. Arrêté du 9 novembre 1982.

M. André **GRAILLOT**, IPC, en service détaché auprès du Port Autonome du Havre pour y exercer les fonctions de Directeur de la Prospective et des Études Générales, est, à compter du 1<sup>er</sup> mars 1981, réintégré pour ordre dans son corps d'origine et de nouveau placé en service détaché pour la période du 1<sup>er</sup> mars 1981 au 31 août 1982 inclus, auprès de ce même organisme, pour y exercer les fonctions de Directeur de l'Outillage. A compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, M. **GRAILLOT** est maintenu dans la même position, auprès du Port Autonome du Havre, pour une période de cinq ans, pour continuer à y exercer les fonctions de Directeur de l'Outillage. Arrêté du 9 novembre 1982.

M. Pierre-Henri **PAILLET**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement du Morbihan, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, pris en charge par le Conseil Général du Morbihan en qualité de Directeur des Services Techniques Départementaux. Arrêté du 10 novembre 1982.

M. Jacques **MARVILLET**, IPC, chargé de mission auprès du Vice-Président du Conseil Général des Ponts et Chaussées, est, à compter du 1<sup>er</sup> décembre 1982, placé en service détaché auprès de la Commune de Paris pour une période de cinq ans, éventuellement renouvelable, sur un emploi d'Ingénieur en Chef des Services Techniques de la Ville de Paris, à la Direction de l'Aménagement Urbain. Arrêté du 10 novembre 1982.

M. Maurice **REDER**, IGPC, Chef de Service Régional de l'Équipement "Limousin", est, à compter du 22 novembre 1982, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale. Arrêté du 18 novembre 1982.

M. Raymond **SAUTEREY**, ICPC, chargé de mission auprès du Directeur de SETRA, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, en sus de ses fonctions actuelles, nommé Conseiller Technique auprès du Directeur des Routes pour les affaires de coopération technique. Arrêté du 7 décembre 1982.

M. Bernard **SIRET**, ICPC, en service détaché auprès de l'Institut du Développement Industriel, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, réintégré pour ordre, dans son administration d'origine et placé en position de disponibilité pour convenances personnelles pour une période maximale de deux ans. Arrêté du 7 décembre 1982.

M. Pierre **IZARD**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Yonne, est, à compter du 1<sup>er</sup> décembre 1982, pris en charge par la SNCF pour y exercer des fonctions de son grade. Arrêté du 8 décembre 1982.

M. Claude **GRESSIER**, ICPC, Chef du CETUR, sera, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, pris en charge par la Région d'Ile-de-France en qualité de Chargé de mission aux Transports. Arrêté du 8 décembre 1982.

M. Jean **CAMUS**, à la Direction de l'Urbanisme et des Paysages, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, mis à la disposition du Ministère du Temps libre pour être chargé au Service de l'Équipement du Département Technique et Opérationnel. Arrêté du 20 décembre 1982.

M. Jean **DURAND**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement d'Ille-et-Vilaine, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, chargé de mission auprès du Directeur Régionale de l'Équipement "Bretagne". Arrêté du 23 décembre 1982.

M. Louis-Michel **SANCHE**, IPC à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, affecté à la Direction du Personnel, Mission "Emplois - Carrières", en qualité de chargé de mission — corps des Ponts et Chaussées — auprès du Directeur du Personnel. Arrêté du 23 décembre 1982.

M. Henri **BONAQUE**, IPC au Service de la Navigation de Lyon, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, mis à la disposition du Ministère de la Recherche et de l'Industrie, au Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires. Arrêté du 23 décembre 1982.

M. Jacques **FISCHER**, ICPC, détaché auprès de l'EPAD, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement auprès de la Banque de Paris et des Pays-Bas pour y exercer des fonctions de Direction. Arrêté du 24 décembre 1982.

M. Laurent **FAYEIN**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement de la

Charente-Maritime, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, placé en service détaché auprès du Port Autonome de Rouen, pour une période de cinq ans, éventuellement renouvelable, en qualité de Directeur des Travaux. Arrêté du 24 décembre 1982.

M. Christian **CLERET**, IPC, est, à compter du 1<sup>er</sup> avril 1982, placé en service détaché auprès du Ministère de l'Économie et des Finances, en qualité de Chargé de Mission Contractuel à l'Administration Centrale pour une période de cinq ans. Arrêté du 27 décembre 1982.

M. Joseph **ELKOUBY**, IGPC, Directeur Régional de l'Équipement du Nord-Pas-de-Calais, est, à compter du 16 janvier 1983, réintégré dans son corps d'origine et nommé membre attaché au Conseil Général des Ponts et Chaussées. Arrêté du 30 décembre 1982.

M. Bernard **CHENEVEZ**, IPC, adjoint au Sous-Directeur des Études et des Programmes à la Direction des Routes, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, chargé au sein du même service, de la Sous-Direction des Études et des Programmes en remplacement de M. **JANNET**. Arrêté du 30 décembre 1982.

M. Paul **PELLECUER**, ICPC, chargé de mission auprès du Président de la Section "Patrimoine Naturel", est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, chargé par intérim, des fonctions de Secrétaire Général du Conseil Général des Ponts et Chaussées, en remplacement de M. **OBLIN**. Arrêté du 31 décembre 1982.

## NOMINATIONS

M. Michel **CHAPPAT**, IPC, a été, à compter du 1<sup>er</sup> mars 1982, nommé Conseiller Technique auprès du Ministre d'État, Ministre de l'Intérieur et de la Décentralisation. Arrêté du 19 juillet 1982.

Sont nommés Ingénieurs-Elèves des Ponts et Chaussées, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, les anciens élèves de l'École Polytechnique dont les noms suivent :

M. **BRAIDY** Philippe  
 Mlle **BREHIER** Régine  
 MM. **CHAROUD** Jean-Marc  
**CHAUDONNERET** Jean  
**COGEZ** Patrick  
**CORBEAU** Hugues  
**CORNILLE** Jean-Michel  
**DAMOUR** Régis  
**DELORME** Frédéric  
**DORMIEUX** Luc  
**DUBOIS** François  
**HUNEAU** Denis  
**JEROME** Jean-Louis  
**LAPEYRE** Bernard  
**LECA** Éric  
**MONNIER** Christian  
**NEVEU** Alain  
**PIGANEAU** Henri  
**PONS** Louis  
**SAINT** Jean-Bernard  
**SCHERRER** Bernard  
**SKORNIKZ** Hervé  
**TOUATI** Hervé  
**TOURNASSOUD** Pierre  
**TRANNOY** Patrick  
**TROUILLEZ** Bruno

M. Jean-René **BRUNETIERE**, IPC, chargé du service de l'Aménagement de la Construction et de l'Habitat à la Direction Départementale de l'Équipement des Pyrénées-Orientales, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, nommé Adjoint au Directeur. Arrêté du 16 novembre 1982.

M. Pierre **DEFOSSEZ**, ICPC, Directeur Départemental de l'Équipement Loir-et-Cher, est, à compter du 22 novembre 1982, nommé Directeur Régional de l'Équipement "Limousin". Arrêté du 18 novembre 1982.

M. Olivier **PAUL-DUBOIS-TAINE**, ICPC, est, à compter du 22 novembre 1982, nommé Directeur Départemental de l'Équipement de Loir-et-Cher. Arrêté du 18 novembre 1982.

M. Jacques **ROUSSET**, ICPC, Directeur Départemental de l'Équipement de l'Oise, est, à compter du 16 janvier 1983, nommé Directeur Départemental de l'Équipement du Pas-de-Calais. Arrêté du 17 décembre 1982.

M. Robert **PENHOUE**, IPC, Directeur Départemental de la Mayenne, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, nommé Directeur Départemental de l'Équipement du Morbihan. Arrêté du 24 décembre 1982.

M. Jean-François **COSTE**, ICPC, Directeur Départemental de l'Équipement du Morbihan, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, nommé Directeur Départemental de l'Équipement des Bouches-du-Rhône. Arrêté du 24 décembre 1982.

M. Marius **BELMAIN**, ICPC, Directeur Départemental de l'Équipement du Pas-de-Calais, est, à compter du 16 janvier 1983, nommé Directeur Régional de l'Équipement "Nord-Pas-de-Calais". Arrêté du 30 décembre 1982.

## MUTATIONS

M. Augustin **BILLIERE**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Vendée, en qualité d'Adjoint au Directeur. Arrêté du 30 novembre 1982.

M. Etienne **HIMPENS**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Orne, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté à la Direction Départementale de l'Équipement du Pas-de-Calais pour y être chargé de l'arrondissement du Littoral. Arrêté du 29 novembre 1982.

M. Patrick **LE DELLIU**, IPC au CETE de Rouen, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté au CETE de Lyon pour y être chargé de la Division Ouvrages d'Art. Arrêté du 7 décembre 1982.

M. Philippe **LECROQ**, IPC au CETE de Lyon, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté au CETE de Bordeaux en qualité d'Adjoint au Directeur chargé de la Division Ouvrages d'Art. Arrêté du 7 décembre 1982.

M. Jacques **TAVERNIER**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement de la Seine-Saint-Denis, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté à la Direction des Routes - Service des Programmes et des Investissements en qualité d'Adjoint au Sous-Directeur des Études et des Programmes. Arrêté du 31 décembre 1982.

M. Claude **ALLET**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement du Cher, est, à compter du 1<sup>er</sup> avril 1983, muté à la Direction Départementale de l'Équipement des Pyrénées-Orientales pour y être chargé du Service de l'Aménagement, de la Construction et de l'Habitat. Arrêté du 31 décembre 1982.

M. Pierre **MICHAUX**, IPC à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Aube, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1983, muté à la Direction des Affaires Économiques Internationales - Mission des Actions Bilatérales - en qualité de chargé de mission du Secteur Géographique "Amérique Latine". Arrêté du 31 décembre 1982.

## PROMOTIONS

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées dont les noms suivent sont promus Ingénieurs en Chef :

MM. **PIVANO** André  
**ADAM** Serge  
**HEMEDY** Bernard  
**MAUGARD** Alain  
**LECOMTE** Daniel  
**SEMPE** Raymond  
**PERDRIZET** François  
**MAURICE** Joël  
**ROUILLON** Jean  
**CREPEY** Georges  
**GRAILLOT** André  
**MONADIER** Pierre  
**OSTENC** Philippe  
**BERNARD** Alain  
**PARENT** Christian  
**BORDES** Jean  
**LENCI** Claude  
**PIOT** André  
**CHABERT** Pierre  
**PETER** Maurice  
**FARRAN** Pierre  
**VIGNERON** Jacques  
**BOULESTEIX** Pierre  
**MARVILLET** Jacques  
**CUBAUD** Pierre  
**LANCELLE** Claude  
**CHANTEREAU** Pierre  
**CHAPULUT** Jean-Noël  
**DURAND** Jean-Louis, Georges  
**BASSET** Armand  
**GRIMALDI** Christian  
**ROZEN** Georges  
**CHAUSSIN** Robert  
**LADOUCETTE** Guy  
**SAURY** Georges  
**BARBIER DE SAINT HILAIRE** François  
**MEARY** Bertrand  
**BURDEAU** Michel  
**ALDUY** Jean-Paul  
**GERVAIS** Pierre  
**MOUSSET** Paul  
**RIVIERE** Jacques  
**BARTOLI** André  
**FRANÇOIS** Xavier  
**JOUBERT** Jacques  
**PASCAL** Philippe  
**PENHOUE** Robert  
**PLAUD** Alain  
**GRESSIER** Claude  
**MARTINAND** Claude  
**REME** André  
**GARIN** Robert  
**RAYNAUD** Barthélemy  
**BRUN** François  
**FOURCADE** Robert  
**LORCY** Jean  
**BARREAU** Jean-Claude  
**ARNAUD** Paul  
**LAUER** André  
**MASNOU** Thierry  
 Arrêté du 28 décembre 1982

## RETRAITE

M. Claude **MOREL**, IPC, en disponibilité, est admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 23 décembre 1982.

## DÉCÈS

nous avons le regret d'annoncer le décès de notre Camarade David **CEYLON**, ICPC, survenu le 28 octobre 1982.

# ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

Pour la première fois, une Grande École française procède à la réédition sur microfiches de sa collection "d'Annales" qui depuis 1831 a été un élément essentiel de diffusion du savoir scientifique et technique des Ingénieurs.

Cette réédition est un témoignage de sa volonté de mettre en valeur son patrimoine et la compétence de ses ingénieurs. Une telle réédition sous forme de microfiches est attendue dans le monde entier. Elle nous laisse penser qu'un certain nombre de documents originaux des fonds anciens de l'École, inaccessibles en raison de leur rareté, verront enfin le jour sous cette forme. Souhaitons aussi que d'autres Établissements d'Enseignement Supérieur et Grandes Écoles suivent cet exemple.

### **Une collection indispensable pour une bibliothèque scientifique Les Annales des Ponts et Chaussées, Paris**

En 1831 est décidée, en France, la création de la revue *Les Annales des Ponts et Chaussées*, moyen privilégié d'expression des Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui souhaitent faire connaître leurs travaux ou leurs réflexions en y publiant un mémoire.

*Les Annales des Ponts et Chaussées* constituent un des éléments essentiels d'un vaste programme de diffusion du savoir scientifique et technique des Ingénieurs, qu'ils soient ou non issus de l'École des Ponts et Chaussées. A ce titre, *Les Annales* ont joué, tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle et jusqu'à nos jours, un rôle fondamental. Elles ont été reconstruites, dans le monde entier, comme une des revues les plus importantes dans les domaines du Génie Civil, de l'Aménage-

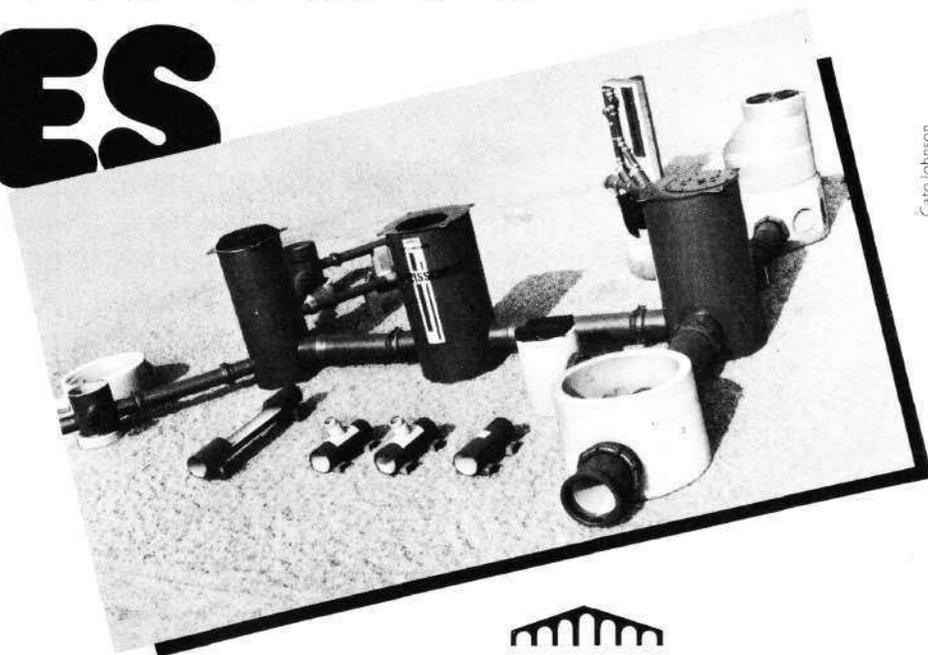
ment ou des Transports. Des noms illustres, français ou étrangers, y ont publié des mémoires.

La présente réédition, par décades, de la collection des *Annales des Ponts et Chaussées* sous forme de microfiches, va dans le sens des objectifs initiaux fixés à la revue et nombreux sont, aujourd'hui, les spécialistes qui apprécieront d'avoir accès à l'un des fonds documentaires les plus riches au monde concernant le Génie Civil et son évolution depuis 1831.

Pour l'ingénieur et le spécialiste du XX<sup>e</sup> siècle, cette réédition de documents devenus introuvables constitue une "banque de données", outil de référence irremplaçable qui témoigne et assure le prolongement, dans le progrès des techniques, d'une tradition séculaire.

**Pour tous renseignements : CPDC  
28, rue des Saints Pères, Paris 7<sup>e</sup>.  
Tél. : 260.34.13.**

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

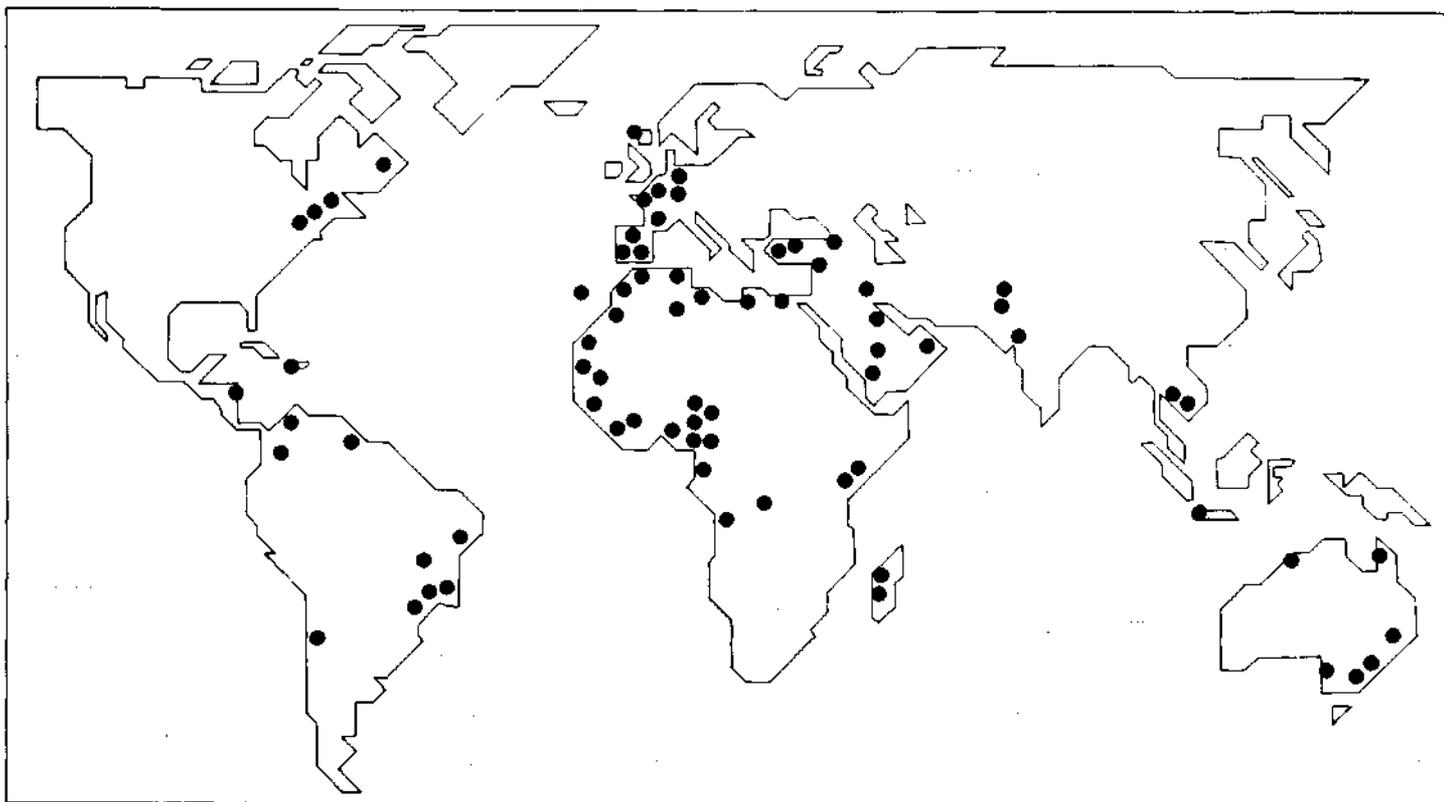


Casto Johnson



PONT-A-MOUSSON S.A.

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



# DUMEZ DANS LE MONDE

barrages,  
travaux souterrains  
travaux maritimes,  
dragages  
constructions industrielles

terrassements,  
routes,  
ouvrages d'art  
bâtiment,  
constructions industrialisées



345, avenue Georges Clemenceau - 92022 Nanterre Cedex  
Tél. 776.42.43 - Télex : 620844 F ZEMUD NANTR.