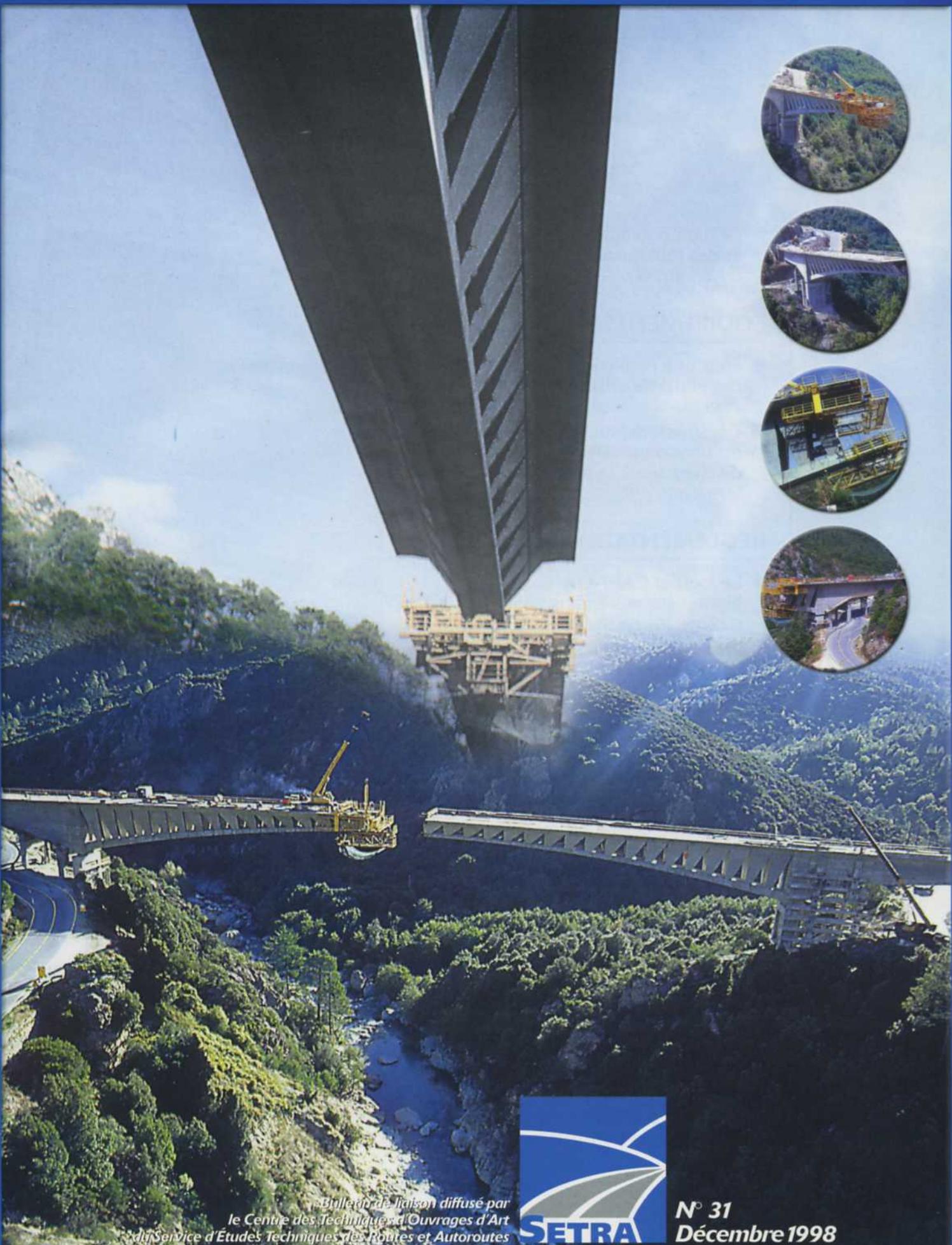


# OUVRAGES D'ART

CENTRE DES TECHNIQUES D'OUVRAGES D'ART



Bulletin de liaison diffusé par  
le Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art  
du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes



N° 31  
Décembre 1998

## OUVRAGES MARQUANTS

- Le pont du Vecchio *page 3*  
*L. PAULIK*



## INCIDENTS, CONFORTEMENTS, REPARATIONS

- Attention : Chute de rochers ! *page 12*  
*E. PLAUT*
- La méthodologie des expertises et des réparations *page 14*  
*D. POINEAU, J.M. LACOMBE*



## EQUIPEMENTS ET ENTRETIEN

- Pour une meilleure durabilité des joints de chaussée *page 20*  
*Y. MEURIC*
- Comment définir la température du pont pour caler l'ouverture des joints de chaussée à la pose ? *page 25*  
*M. FRAGNET, Y. PICARD*



## REGLEMENTATION, CALCULS

- Le logiciel CAPT-OA bientôt sur vos écrans *page 27*  
*D. DE MATTÉIS, J. RESPLENDINO*
- Présentation du nouveau programme PIEU *page 29*  
*G. LACOSTE*



## QUALITE, GESTION, ORGANISATION

- La refonte du BT7 : Une nouvelle méthode de travail *page 31*  
*G. LACOSTE, M. BARNI, D. LECOINTRE*



## INFORMATIONS BRÈVES

- Stages ENPC *page 35*
- Stages CTICM
- Stages CERIB

## LE KIOSQUE DU SETRA

- Les dernières publications Ouvrages d'Art *page 36*
- Dernière minute... Palmarès du 3ème festival international du film de la Construction et du BTP

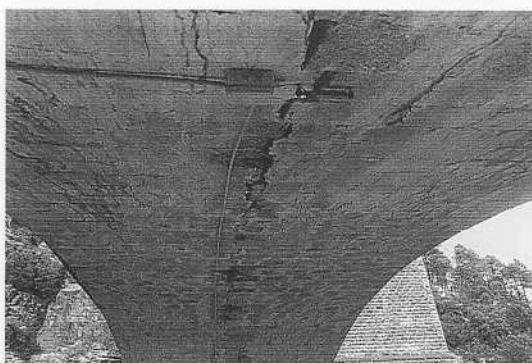
# Le pont du Vecchio

## 1 - Enjeu et circonstances

La route nationale 193 constitue une liaison routière vitale entre les villes de Bastia au Nord, Corte au centre, Ajaccio au Sud. Juste avant la montée du col de Vizzavona, entre les villages de Venaco après Corte et Vivario, la route nationale franchit les Gorges du Vecchio par un ouvrage maçonnerie de 30,00 m d'ouverture datant des années 1825-27 "relifté" et élargi il y a 40 ans. Il s'agit d'une voûte de 5,30 m de largeur avec un tablier constitué d'une dalle de béton à profilés métalliques transversaux incorporés.



Cet ouvrage, qui présente une fissure longitudinale en clé de près de 5 cm de largeur avec une oxydation importante des poutrelles d'encorbellement, menace ruine.



En 1987 le CETE d'Aix a, pour le compte de la DDE de Haute-Corse, effectué une pré-étude de réparation et d'élargissement qui conduisait à construire à proximité immédiate un nouvel arc en béton armé de 40 m d'ouverture pour maintenir le trafic, aucun iti-



Ouvrage en construction

néaire de déviation étant envisageable. Il faut noter par ailleurs que cet ouvrage sur les Gorges du Vecchio cohabite avec les piles maçonnées de grande hauteur de l'ouvrage ferroviaire métallique de la ligne Bastia-Corte-Ajaccio, ouvrage inscrit depuis novembre 1976 à l'inventaire des monuments historiques.

Des études de faisabilité de franchissement, plus en aval, ont donc été entreprises par le CETE et cinq types de solution avaient été imaginés :

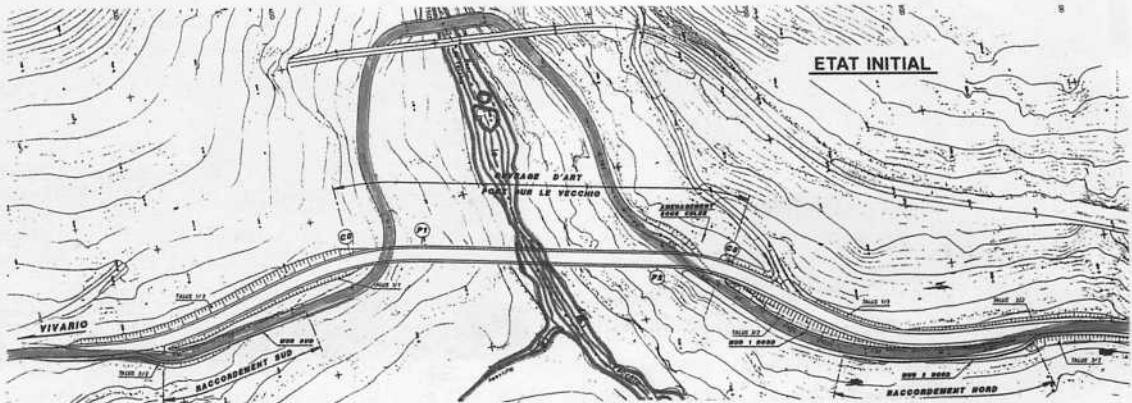
- À 30 m, un ouvrage mixte à 3 travées d'une longueur totale de 102 m avec une travée centrale de 67 m et un raccordement routier comportant des rayons de l'ordre de 35 m.
- À 130 m environ une série de quatre autres ouvrages :
  - un ouvrage de 125 m de longueur avec une portée centrale de 57 m et un raccordement routier de 35 m de rayon ;
  - un ouvrage de 187 m de longueur, à 3 ou 4 travées, avec des piles de 22 à 28 m de hauteur et un raccordement routier de 65 m de rayon ;
  - deux autres solutions de 145 et 165 m de longueur, à 3 travées, rectilignes et courbes et des raccordements autorisant une vitesse de 40 km/h.

## 2 - Le concours de concepteur

Après un avis du SETRA, du CETE et de l'IGS, il a été décidé de lancer un concours de concepteur en janvier 1991, avec pour objectif la rectification du tracé, sur un kilomètre environ, de la RN193 aux abords du franchissement des Gorges du Vecchio visant à assurer une meilleure vitesse de référence avec un accroissement de la sécurité (*voir page schéma page suivante*).

Le programme comportait :

- l'étude du tracé d'une route bidirectionnelle de 7,50 m de largeur satisfaisant aux spécifications de l'ICTARN pour une vitesse de 60 km/h ;
- la réduction si possible des pentes existantes ;



Etat initial

- l'obligation du maintien de la circulation avec un gabarit provisoire de chantier de 3,50 m et un gabarit définitif de 4,40 m ;
- le respect du site, partie intégrante du Parc naturel protégé de Corse ;
- l'intégration du nouvel ouvrage dans le site des Gorges et face à l'ouvrage ferroviaire classé de Gustave Eiffel.

### 3 - Le projet de l'équipe lauréate

Pour respecter le programme du concours, l'équipe lauréate a mené la démarche suivante :

#### ■ L'analyse du site et l'inventaire des contraintes techniques

- Le respect de l'ICTARN 60 km/h signifie qu'il faut concevoir un tracé avec des rayons de l'ordre de 150 m ;
- La rectification des pentes de 9 % côté Vivario implique de poursuivre la pente sur l'autre rive ;
- La pente importante des flancs des Gorges du Vecchio (près de 60 % rive gauche), rend très difficile une implantation d'appui ;

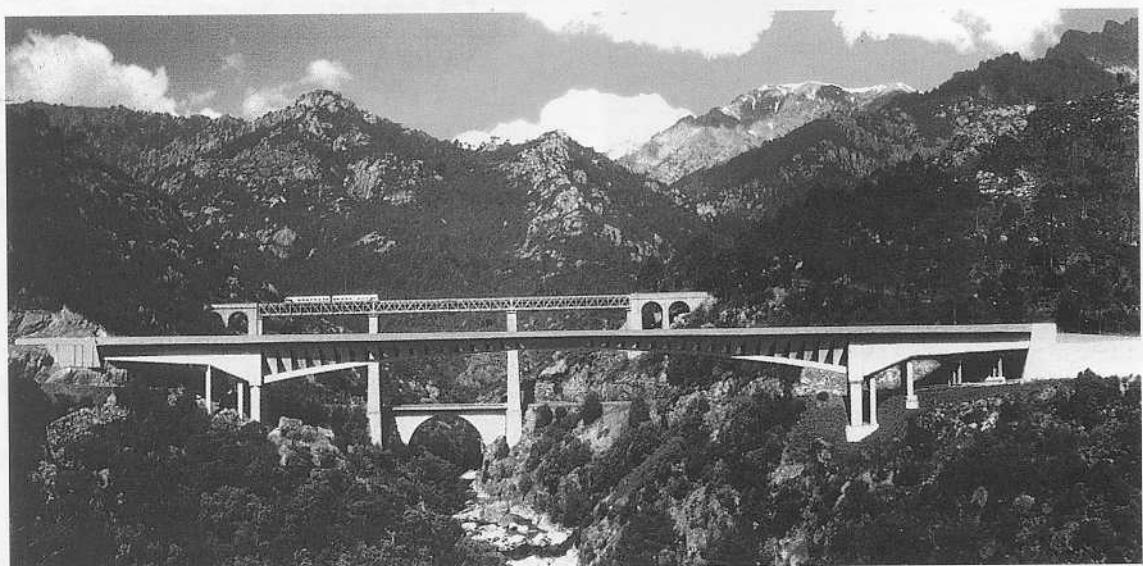
La cohabitation des différents ouvrages

- Les caractéristiques du sous-sol sont de bonne portance mais dans une zone granitique légèrement altérée avec des pendages Est ou Sud-Est suivant une pré-étude du BRGM ;
- La profondeur des Gorges et l'évasement aval conduisent à chercher un franchissement large ;
- La qualité environnementale des Gorges et l'eau cristalline du Vecchio très appréciée des touristes incitent à prendre le maximum de précautions pour la préservation du site ;
- La présence de l'ouvrage ferroviaire classé de Gustave Eiffel, comportant de très hautes piles maçonnées et un tablier métallique réticulé de hauteur constante, nécessite une étude détaillée d'intégration d'un nouvel ouvrage.

#### ■ Les règles du concept

À partir de cet inventaire, l'équipe lauréate s'est fixée les règles de conduite (ou charte de conception) suivantes :

- Étalement de la pente vers Venaco ;
- Recherche d'un tracé neuf le plus long possible pour éviter la perturbation sur la RN193 en service ;



- Dégagement de la vallée pour assurer une grande transparence ;
- Recherche d'une implantation d'appuis évitant une pollution du torrent et des flancs au niveau de la création inéluctable de piste pour leurs réalisations.

### ■ Les esquisses

Differents types de structures ont donc été envisagées puis abandonnées au fur et à mesure de leur avancement :

- *A priori l'arc semblait se marier le mieux avec les ouvrages présents et notamment avec la voûte maçonnerie de la RN193. Malheureusement la réalisation de l'appui en rive gauche était très aléatoire ;*
- *En variante, un pont à bêquilles, semblable à celui de La Truyère sur A75 qui cohabite, certes à une plus grande distance, avec l'ouvrage ferroviaire de Gustave Eiffel à Garabit, présentant le même inconvénient rive gauche ;*
- *Enfin un ouvrage haubané nécessitant des mâts relativement importants qui entraient en conflit d'échelle avec l'ouvrage Eiffel de même qu'une solution de type bow-string difficilement réalisable vu l'exiguïté des lieux.*

Le choix s'est donc porté sur un ouvrage à 3 travées, mal proportionné a priori, avec une travée centrale rectiligne de l'ordre de 150 m et des travées latérales courtes de 45 m environ.

Ce schéma conduisait à :

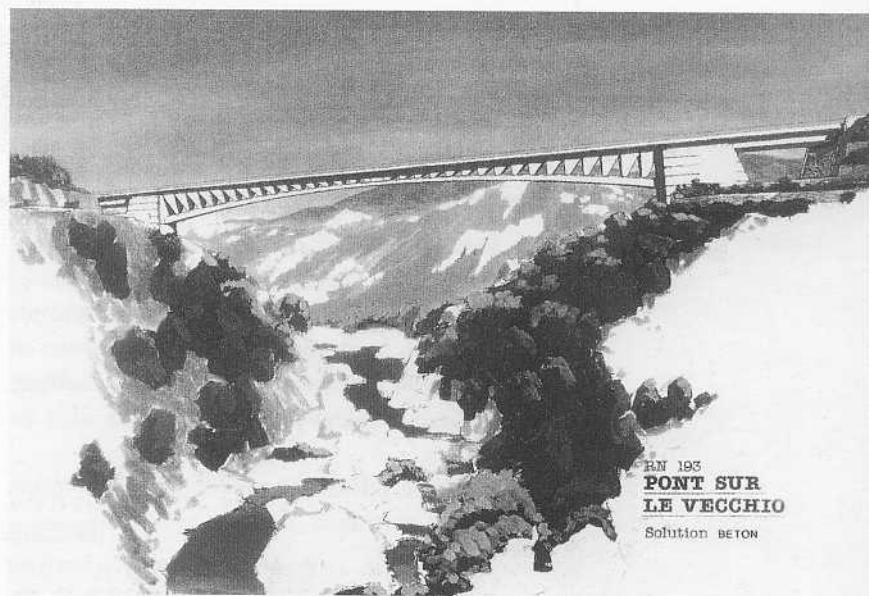
- éléger la travée centrale,
- alourdir les travées latérales en mobilisant les culées et donc inverser les appuis.

## 4 - L'ouvrage présenté au concours

L'ensemble des contraintes du projet a donc conduit à concevoir un ouvrage unique à trois travées en béton précontraint de 10 m de largeur avec des travées adjacentes très courtes.

Pour éléger la grande travée centrale et bénéficier d'une transparence vers la vallée, les âmes du caisson triangulaire ont été évidées, reprenant l'idée imaginée par Jacques Mathivat pour la variante à hauteur constante du viaduc de Sylans. Pour l'ouvrage du Vecchio, les âmes sont constituées de panneaux trapezoïdaux préfabriqués de hauteur variable de 3 à 14 m.

L'effet d'arc obtenu a alors été accentué sur les conseils de B. Mikaélian, architecte de l'équipe, par une variation d'épaisseur et de largeur du houdis inférieur vers les appuis.



Dans le même esprit, les appuis sont équipés d'une enveloppe extérieure esthétique masquant la forte variation de hauteur des travées d'équilibrage légèrement courbes à âme verticale et qui s'accrochent aux culées reprenant ainsi les réactions négatives permanentes.

Le phasage de réalisation prévu ci-après, relativement simple, assurait toutes les sécurités d'exécution vis-à-vis de la structure et de la préservation de l'environnement :

- Exécution des appuis avec des terrassements rocheux minima,
  - Exécution des travées adjacentes sur cintre, permettant le maintien de la circulation et assurant l'accès pour l'approvisionnement de la travée centrale (ferraillage, précontrainte, âmes préfabriquées, béton),
  - Réalisation par demi-fléau de la travée centrale en encorbellements successifs de 3,60 m à l'aide d'équipages mobiles dans lesquels sont placés les âmes préfabriquées de hauteurs variables, mais aussi d'inclinaison variable du fait de la variation de largeur du bordis inférieur,
  - Après clavage central, mise place des équipements.
- L'originalité structurelle de cet ouvrage implique un fonctionnement particulier qui conduit à franchir un nouveau pas dans l'innovation technique et technologique pour la construction en site délicat qui, dans notre cas, rapproche symboliquement, au travers de

Perspective architecturale

l'histoire, Eiffel avec les dernières techniques de la fin de notre siècle.

Ce nouveau pont a donc l'apparence d'un arc tendu, épuré, transparent avec deux petits ouvrages latéraux permettant le passage de la voie actuelle qui sera déclassée en chemin touristique d'où l'on pourra admirer ce nouveau concept.

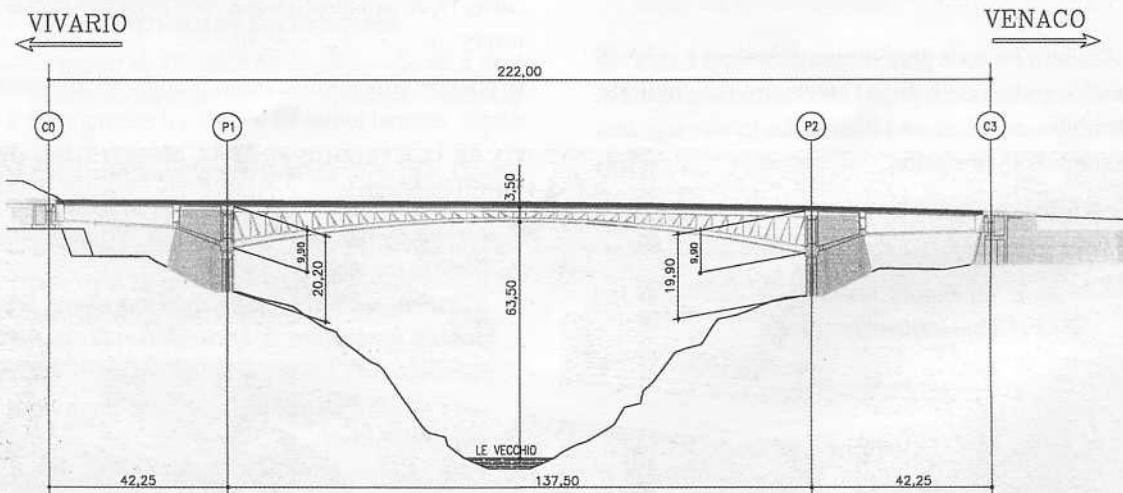
## 5 - Solutions de l'APOA

Les études ont été menées sur deux solutions :

- la solution de base avec des âmes en béton correspondant à la proposition retenue du concours,
- la solution variante, envisagée lors du concours mais non présentée, dans laquelle les âmes en béton sont remplacées par un treillis métallique, ceci à la demande de Michel Virlogeux, alors au SETRA.

Ces solutions relèvent toutes les deux de la même conception générale :

- une travée centrale rectiligne enjambant l'ensemble de la vallée, avec un aspect d'arc très tendu, d'une longueur de 149,50 m,
- des piles ayant un aspect de culées massives, avec des murs d'habillage très importants ( $b < 19$  m et  $l$  variable de 12 à 16 m),



Tout l'ouvrage a donc été réduit dans le même rapport d'homothétie.

### ■ second appel d'offres - mise au point du marché

Le second appel d'offres s'est déroulé fin 1994 et débouillé au premier trimestre 1996 ; il a été attribué à l'entreprise Razel qui a proposé dans son offre des aménagements respectant l'esprit et l'architecture du projet de base tout en facilitant sa réalisation.

— des travées de rive les plus minces possibles dans leurs parties visibles, d'où une variation de hauteur très importante dans la zone des piles-culées ( $h$  varie de 5 à 12 m sur 12 m de long).

## 6 - La consultation des entreprises

### ■ premier appel d'offres : modification du projet

Au terme des études détaillées des deux APOA les différences de coût n'étaient pas significatives, eu égard à la précision de l'exercice. La Commission de l'Assemblée territoriale de Corse a alors opté pour le lancement de la consultation uniquement sur la solution béton, conforme au concours.

L'appel d'offres européen s'étant avéré infructueux, Messieurs de Wissocq et Thorel ont demandé de chercher une solution plus économique tout en conservant le parti architectural du projet de base.

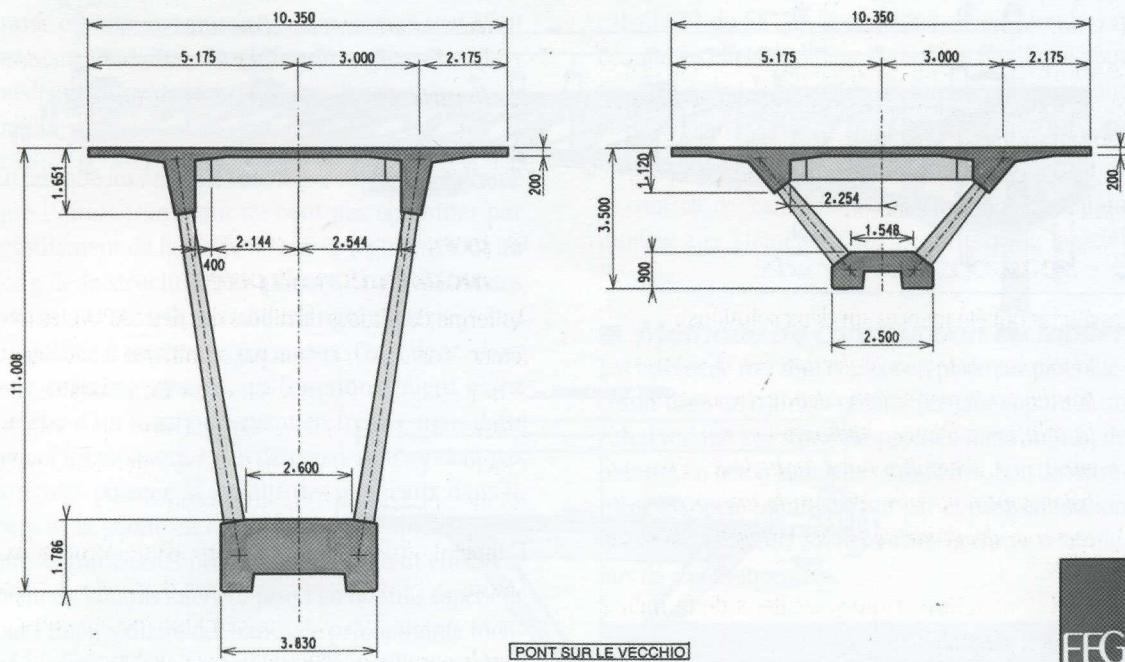
Grâce à une modification de tracé repoussant légèrement l'ouvrage vers le thalweg, la solution Cete, ramenant la longueur de l'ouvrage à 222 m et surtout réduisant la portée centrale de 149,50 m à 137,50 m a été retenue.

## 7 - Description de l'ouvrage retenu

### ■ Caractéristiques de la section transversale

Les travées de rive ont une section en caisson classique à âmes verticales et de hauteur fortement variable dans la partie cachée ( $h$  varie de 15 à 5 m sur 12 m de longueur)

COUPES TRANSVERSALES - AMES BETON



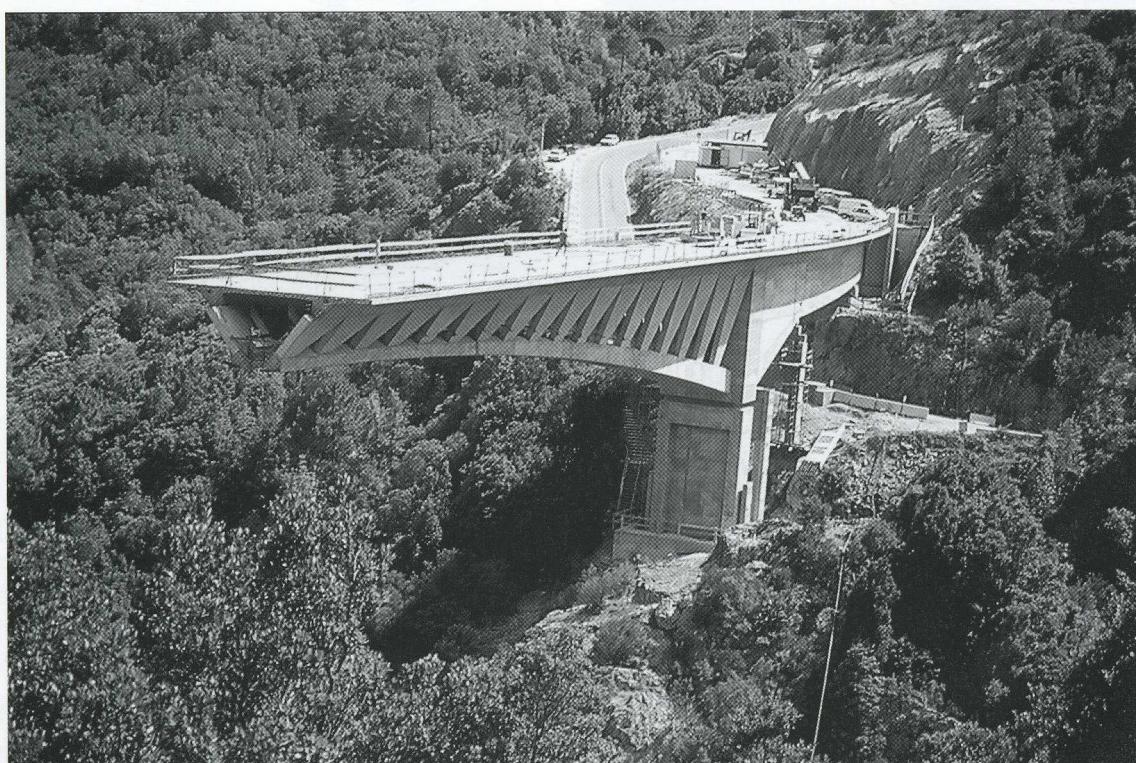
La travée centrale a une forme triangulaire, entièrement variable, puisqu'outre la hauteur totale, la largeur et la hauteur de la nervure inférieure varient ce qui entraîne une variation d'inclinaison des âmes et donc des difficultés de réalisation (hauteur variable de 10.50 à 3,50 m).

Les panneaux d'âme, dont le poids atteint 21 t sont préfabriqués puis mis en place dans l'équipage mobile.

### ■ Précontrainte de l'ouvrage

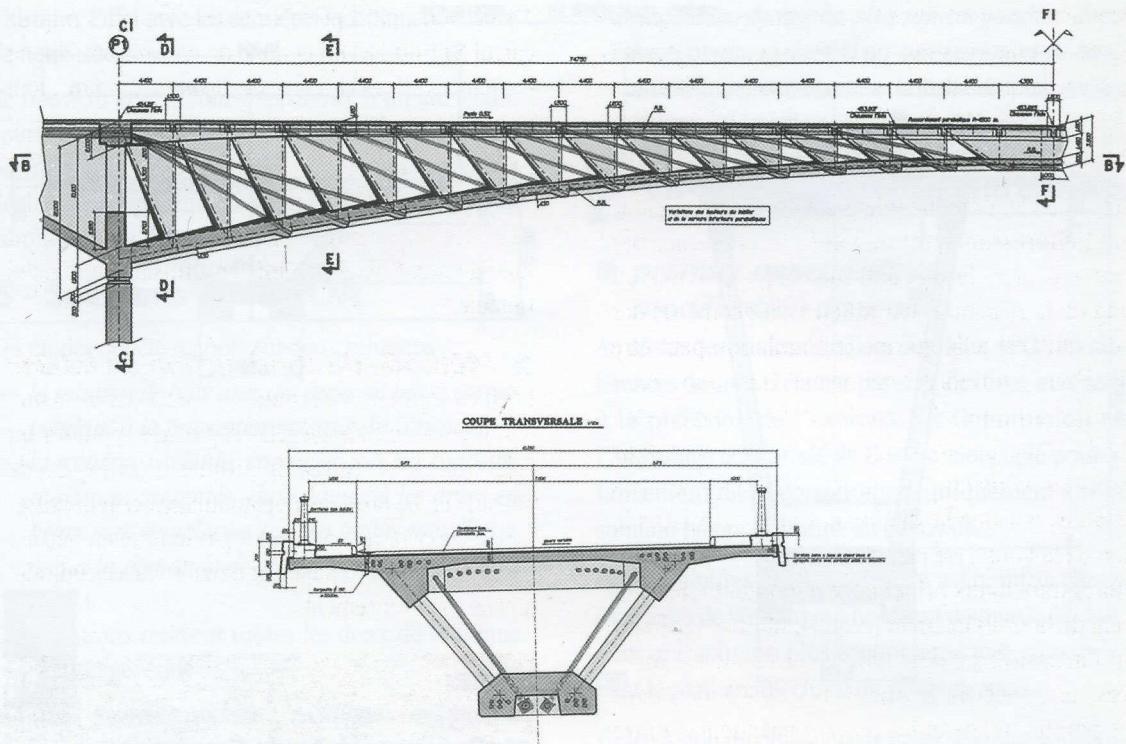
Elle est constituée par quatre familles :

- câbles de fléau dans le boudis supérieur,
- câbles de continuité extérieure au béton allant de culée à culée,
- câbles éclisses intérieurs en travée centrale,
- barres de précontrainte dans les panneaux d'âmes.



## Ouvrages marquants

Les différentes familles de précontrainte



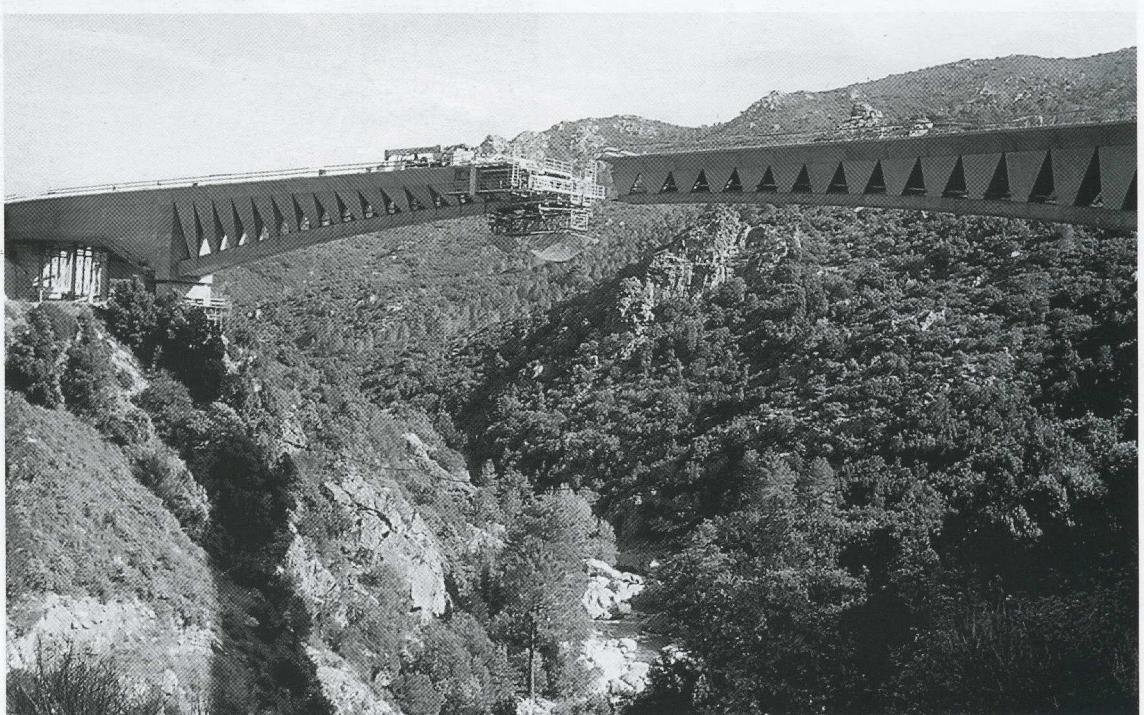
Ces barres destinées à remonter l'effort tranchant au droit de chaque panneau ont été proposées par l'Entreprise Razel en remplacement de câbles extérieurs inclinés prévus à l'avant-projet.

### ■ Spécificités techniques de l'ouvrage

Outre l'aspect esthétique, qui se traduit à la fois par une conception architecturale originale et par une exigence particulière au niveau de la qualité des parements recherchés, le nouveau pont sur le Vecchio

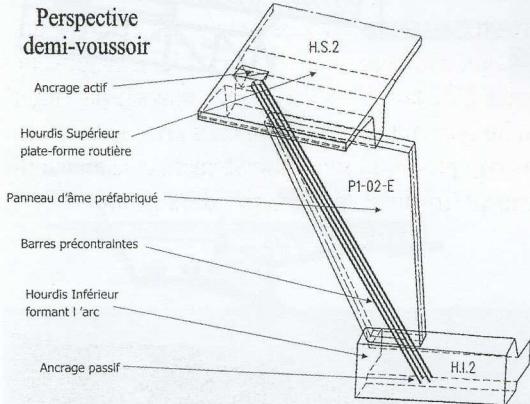
est un ouvrage très original et tout à fait exceptionnel aussi sur le plan structurel.

En effet, les âmes ajourées de la travée centrale, qui avaient, au départ, pour but essentiel d'élegir cette travée et de faire ainsi apparaître l'ouvrage plus léger en lui donnant un certain aspect d'arc, modifient en fait complètement son comportement et le fonctionnement structurel de l'ensemble de la poutre.



Dans le cas du pont sur le Vecchio, on peut dire que la travée centrale constitue un type de poutre tout à fait nouveau et original, dont le fonctionnement est intermédiaire entre la poutre à âmes pleines et la poutre treillis.

Le fait que les âmes ne soient pas continues entraîne que l'effort tranchant ne peut pas cheminer par cisaillement de façon continue et régulière tout au long de la structure. Par ailleurs, la géométrie des panneaux est telle qu'une triangulation peut être modélisée à travers ces panneaux. On a donc, dans une certaine mesure, un fonctionnement assez proche d'un fonctionnement en treillis, mais dans lequel les montants et les diagonales ne seraient pas articulés puisque la rigidité des panneaux dans le plan de la poutre est loin d'être négligeable. Ainsi les efforts tranchants principaux remontent effectivement du houardis inférieur jusqu'au houardis supérieur par l'intermédiaire des barres de précontrainte inclinées, mais génèrent néanmoins du cisaillement dans ces panneaux, ce qui a pour conséquence, entre autre, de rigidifier la structure et de réduire assez sensiblement sa déformabilité.



Cette originalité structurelle a nécessité, pour pouvoir être calculée de façon très précise, la mise au point d'une méthode de calcul spécifique. En effet, si l'ouvrage avait été en acier, ou dans un matériau à comportement constant (sans retrait ni fluage et avec module constant), on aurait pu le calculer avec un simple programme aux éléments finis classique. Mais, à partir du moment où le tablier est en béton, un tel programme aux éléments finis ne pouvait pas prendre en compte de façon exacte les effets du fluage et donc la redistribution des moments dans la poutre après clavage, ainsi d'ailleurs que ses déformations propres en console pendant la construction de ses fléaux.

La méthode de calcul que l'entreprise Razel a mis au point avec les logiciels spécifiques développés par

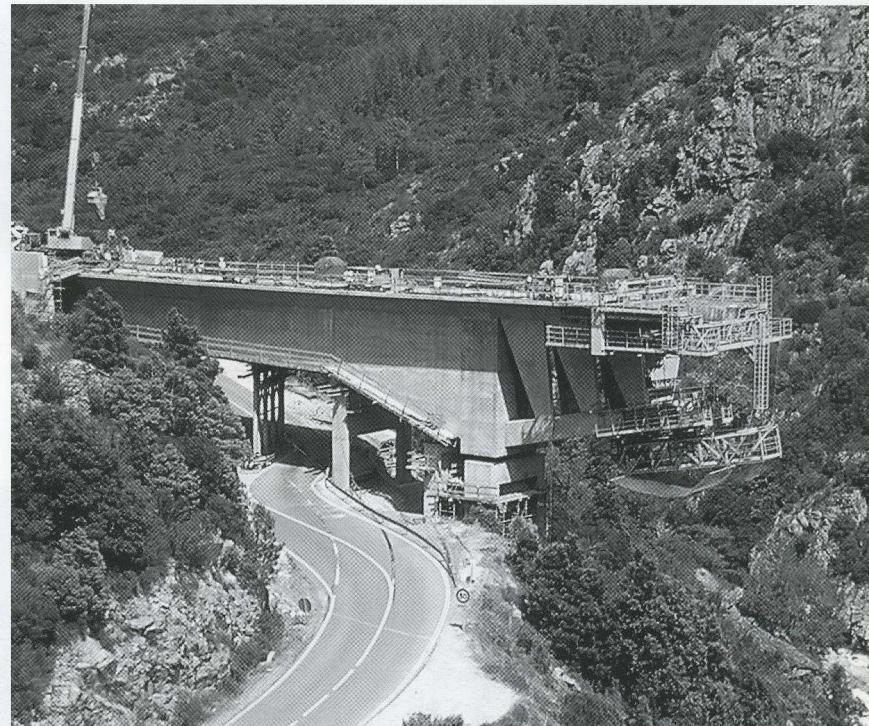
Michel Marchetti a permis d'utiliser le programme de calcul ST1 du SETRA et donc de pouvoir prendre en compte les effets du fluage de façon scientifique, tout en modélisant la structure de façon précise, tenant effectivement compte de la particularité que lui confère ces panneaux non continus.

Le contrôle des calculs a été fait par EEG à l'aide d'un modèle aux Éléments Finis en utilisant le logiciel Hercule.

### **Méthode de construction du tablier**

Les travées de rive sont coulées en place par plots successifs dans un coffrage général prenant appui sur un échafaudage constitué de profilés métalliques, de poteaux en béton et de tours tubulaires. Son décintrement est opéré naturellement par la mise en tension des câbles du fléau adjacent dans la travée centrale, lors de son avancement.

**La travée de rive sur cintre**



Les voussoirs des fléaux de la travée centrale sont construits par encorbellement, en procédant à l'avancement depuis la pile vers la clé de la travée. Chaque voussoir est formé de deux panneaux d'âmes préalablement préfabriqués et accrochés au voussoir précédent, tandis que le houardis inférieur et le houardis supérieur sont coulés en place dans un équipage mobile très particulier. Compte tenu de la très grande hauteur de la poutre, du moins près de la pile, et du fait que les âmes sont préfabriquées, l'équipage mobile est en fait constitué de deux équipages mobiles indépendants, un équipage bas destiné à

## Ouvrages marquants

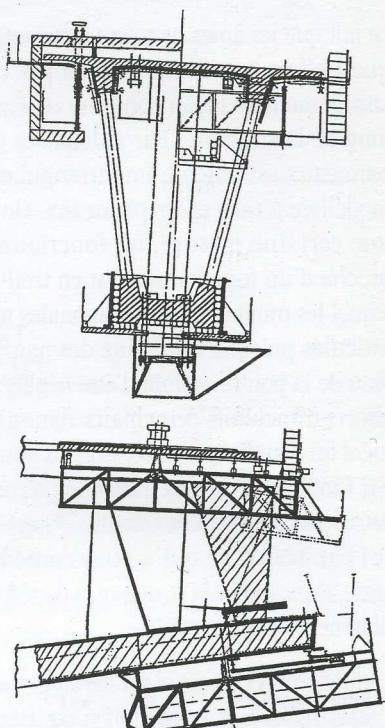
supporter le coffrage du hourdis inférieur et un équipage haut destiné à supporter les coffrages du hourdis

supérieur, ces deux équipages étant de type par-dessous et déplaçables par tiroir.

**L. PAULIK**

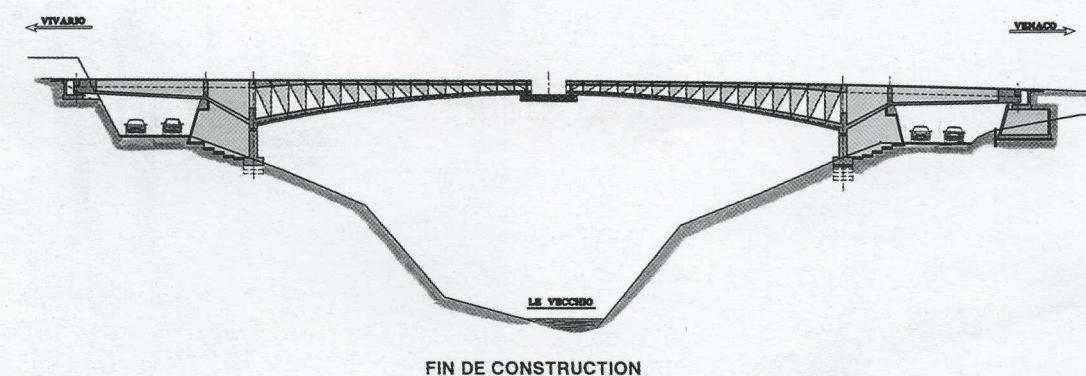
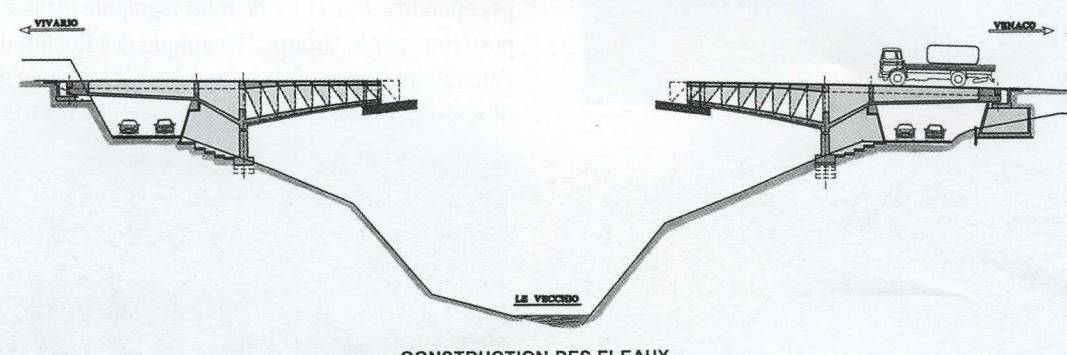
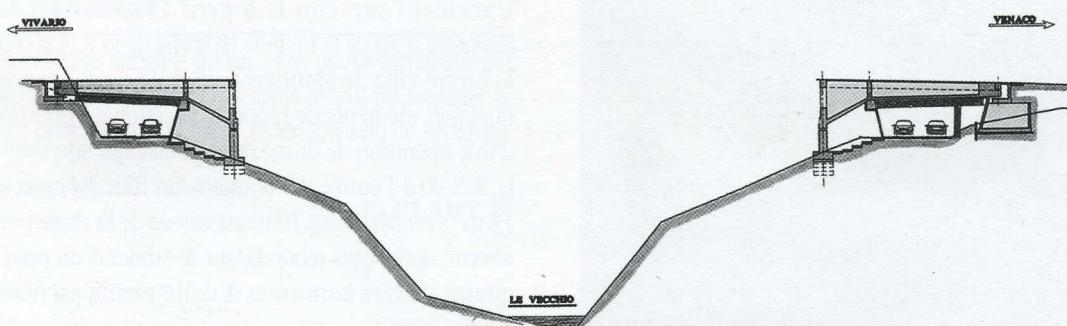
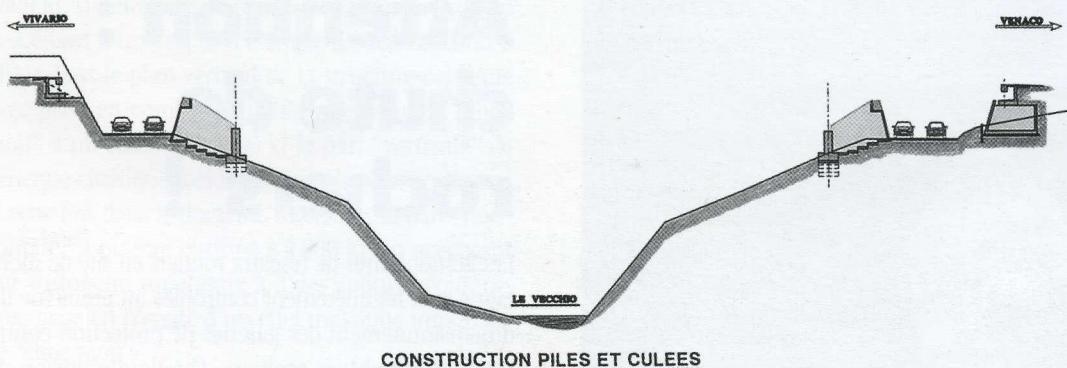


Équipage mobile



### **PAULIK Ladislas**

Ingénieur d'Arrondissement -  
Département Infrastructures  
et Transports  
CETE de Lyon  
Tel : 0474275300



### Principaux intervenants

- ▲ Maître d'ouvrage : Collectivité Territoriale de Corse (M. de Wissocq)
- ▲ Maîtrise d'œuvre : Service des Routes de Haute Corse (J. J. Thorel)
- ▲ Architecte : B. Mikaelian
- ▲ Conseil du Maître d'Ouvrage : L. Paulik (CETE de Lyon)
- ▲ Bureau d'études : EEG (J. Vassord)
- ▲ Entreprise : Razel Division des Grands Travaux
- ▲ Etudes d'exécution : RAZEL Techniques et Méthodes (M. Placidi et D. Regallet)
- ▲ Méthodes : Razel TM (M. Aublanc)
- ▲ Direction de chantier : M. Bertocchi
- ▲ Conduite des travaux : Bureau Régional Ouvrages d'art de Corse (M. Fichon)
- ▲ Contrôle des travaux : Bureau Régional Ouvrages d'Art de Corse (M. Braillon)

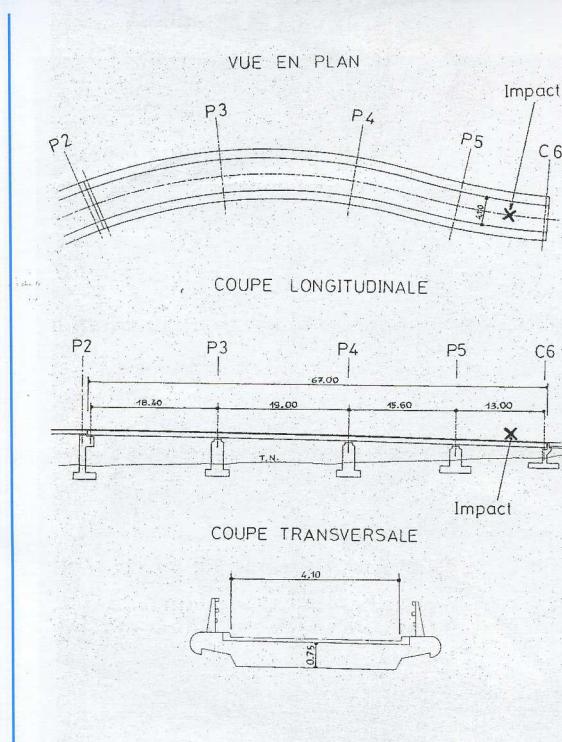


## Attention : chute de rochers !

Les gestionnaires de réseaux routiers en site de montagne sont régulièrement confrontés au problème du dimensionnement des galeries de protection contre les chutes de blocs rocheux. Quelle dimension de blocs ? Quelle énergie faut-il prendre en compte ? Quelle structure faut-il adopter ?

L'accident survenu le 6 avril 1998 sur un des ouvrages d'art de la bretelle de sortie de la R.N.90 vers le centre ville de Moutiers en Savoie, peut apporter quelques éléments de réponse. En effet, à l'occasion d'une opération de purge de la falaise qui surplombe la R.N.90 à l'entrée de Moutiers, un bloc rocheux de  $13 \text{ m}^3$  s'est détaché à 70 m au-dessus de la route pour atterrir, après trois rebonds, sur le tablier d'un pont à quatre travées continues à dalle pleine en béton armé.

L'impact a eu lieu en plein milieu de la quatrième travée (portée 13 m, largeur 6 m, épaisseur 0,75 m). Celle-ci, bien que complètement fracturée, ne s'est pas effondrée. Une étude de trajectographie réalisée a posteriori par le Groupe Mécanique des Roches du Laboratoire Régional de Lyon a évalué l'énergie du bloc au moment de son impact sur le tablier à



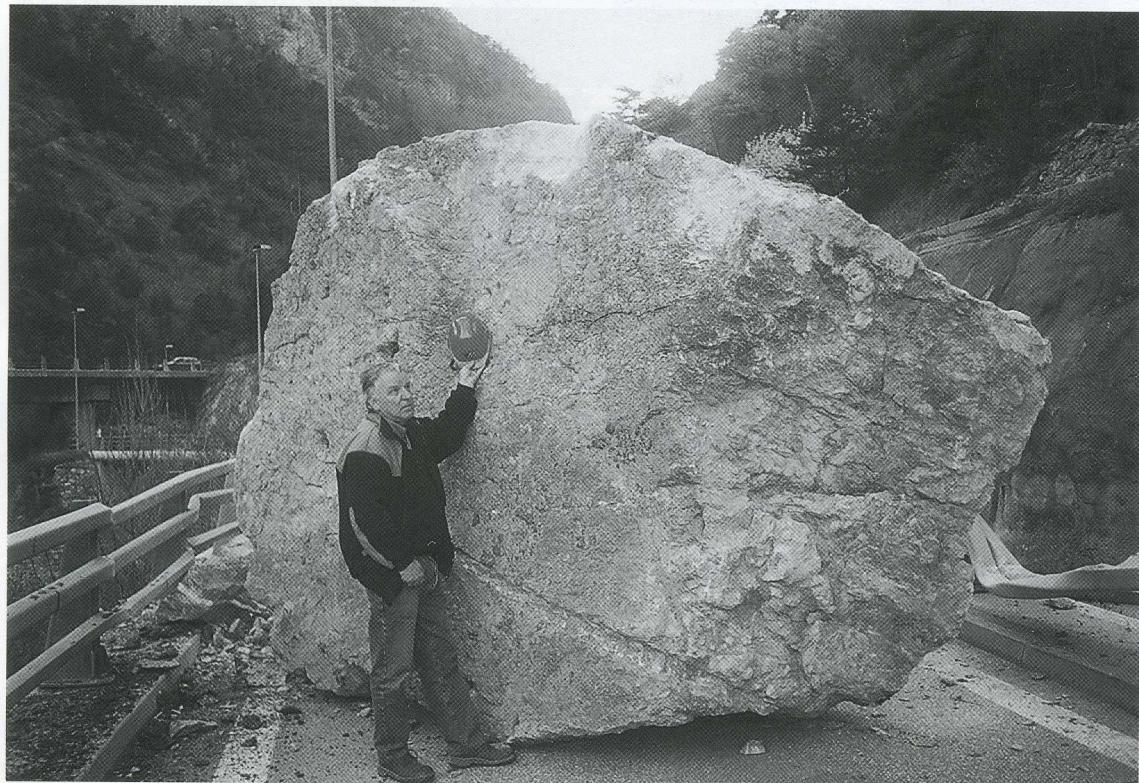
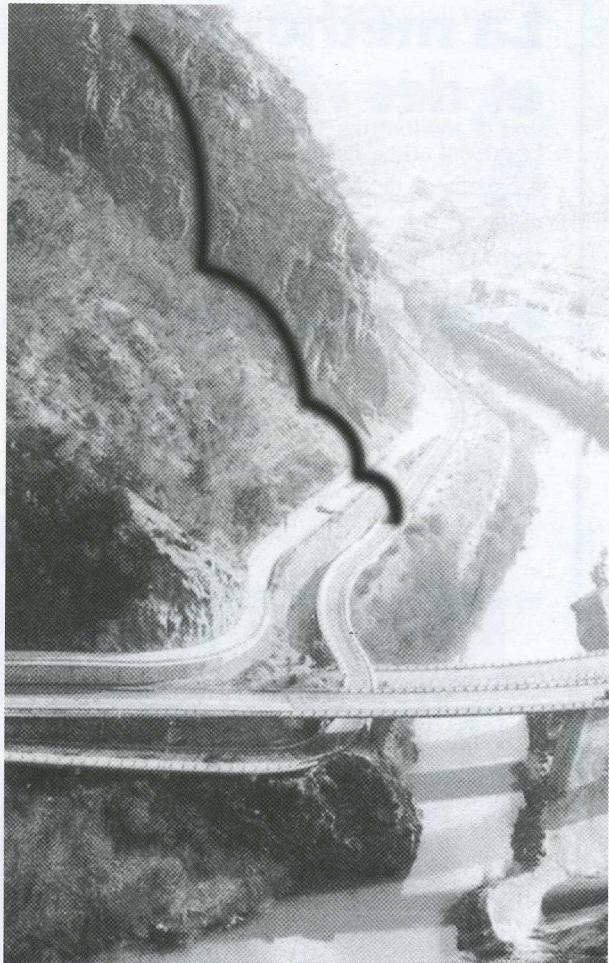
3800 kJ. D'autre part, le Bureau d'Études Tonello en procédant à un calcul d'énergie de déformation à l'ELU dans le plan vertical de la structure continue avec prise en compte de l'effet massique de "choc mou" a pu chiffrer à 1600 kJ la part "verticale" de l'énergie cinétique incidente. Dans le plan horizontal et cette fois dans le domaine réversible, la part "horizontale" a pu être chiffrée à 1800 kJ, en acceptant une distorsion supérieure à 2 des appuis néoprène, avec prise en compte d'un effet massique important de "choc mou".

La recomposition de ces parts conduit à une énergie disponible de 2400 kJ.

## Conclusion

Cet accident montre qu'un pare-pierre dimensionné comme le tablier en béton armé aurait pu protéger le pont et ainsi parfaitement jouer son rôle de sécurisation.

E. PLAUT ■



**PLAUT Eric**  
Ingénieur - Service des  
Routes et des Transports  
D.D.E. de Savoie  
Tel : 04 79 71 73 11

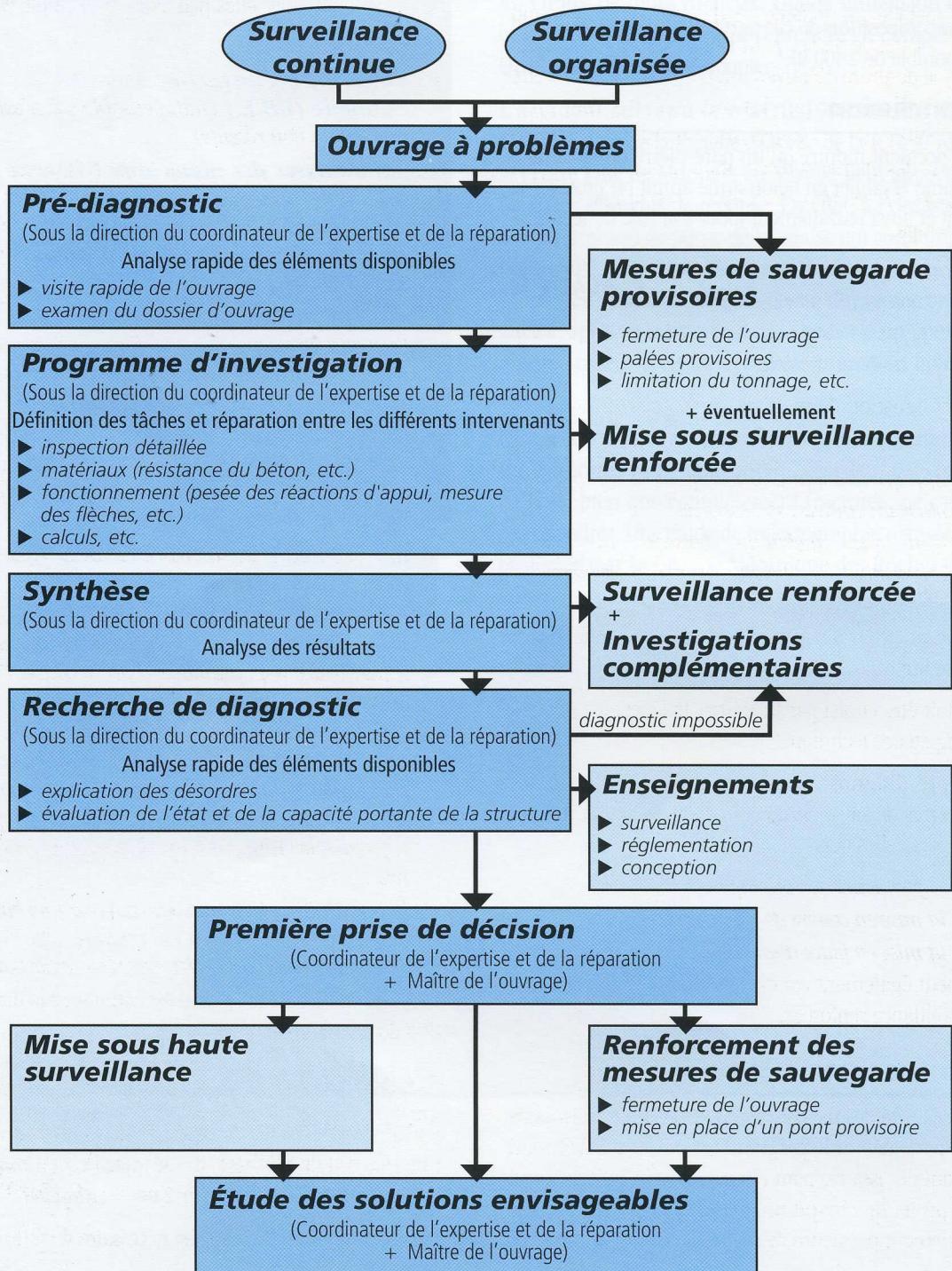
# La méthodologie des expertises et des réparations

Le présent article décrit une méthodologie générale d'expertise et de réparation, depuis la découverte de désordres jusqu'au suivi de l'ouvrage après réparation. Cette méthodologie peut être également utilisée

pour le renforcement ou l'amélioration d'un ouvrage. Elle est présentée sous forme d'organigramme. Un texte suit cet organigramme et en commente rapidement les différentes cases.

## A. LE DÉROULEMENT DE L'EXPERTISE

Le déroulement de l'expertise



## **Surveillance continue et surveillance organisée**

Soit un ouvrage du réseau national pour lequel des désordres inquiétants ont été observés, soit dans le cadre de la "surveillance continue", soit dans le cadre de la "surveillance organisée" définies dans "l'Instruction Technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art" de 1979 modifiée en 1995.

### **Pré-diagnostic**

Un ouvrage qui présente des désordres ne correspond plus à l'état de service pour lequel il a été conçu. Aussitôt le désordre découvert, un pré-diagnostic doit être établi afin de définir les mesures d'urgence qui s'imposent. Ce pré-diagnostic consiste en l'examen rapide des éléments disponibles (*dossier d'ouvrage, rapport d'Inspection Détailée, ...*) et en une visite de l'ouvrage.

Le pré-diagnostic doit être établi sous la direction d'un "coordonnateur de l'expertise et de la réparation" (appelé "coordonnateur" dans les tableaux et dans la suite du document).

La désignation de ce coordonnateur est doublement nécessaire pour un bon déroulement des opérations :

- afin que la continuité de l'affaire (qui peut durer plusieurs années) soit assurée,
- afin que quelqu'un possède une vision d'ensemble des différents aspects du problème.

C'est lui qui coordonne les différents intervenants qui peuvent être très nombreux dans le cas d'une pathologie importante.

Il doit être choisi par le Maître de l'ouvrage pour sa compétence technique.

Le pré-diagnostic peut conduire à prendre des mesures de sauvegarde pour assurer la sécurité des usagers, telles que :

- la fermeture de l'ouvrage,
- la mise en œuvre de palées provisoires,
- la mise en place d'une limitation de tonnage,

Il peut également conduire à mettre l'ouvrage sous surveillance renforcée.

### **Programme d'investigation**

La sécurité des usagers ayant été assurée, il est alors temps de définir le programme des investigations qui seront nécessaires pour l'expertise et la mise au point du projet de réparation. Ces investigations doivent également permettre de mettre en évidence des vices cachés.

Il s'agit de définir les tâches et de les répartir entre les différents protagonistes.

Si l'ouvrage est encore dans la période de responsabilité décennale ou de garantie particulière, le programme doit en tenir compte et prévoir une stratégie de mise en jeu éventuelle de ces responsabilités ou garanties. Par exemple, la mise en jeu peut se faire dès ce moment en cas d'urgence vis-à-vis des délais

Les investigations sont à adapter pour chaque cas, désordres structurels, désordres des matériaux ou désordres combinés, elles peuvent par exemple consister en :

- **une visite ou Inspection Détailée Exceptionnelle (I.D.E.)** (indispensable s'il n'existe pas d'inspection récente),
- **des analyses des matériaux** (résistance du béton, profondeur de carbonatation, teneur en ions  $\text{Cl}^-$ , cartographie d'enrouillage, nature et soudabilité de l'acier, résilience, analyse du coulis d'injection, etc.),
- **des mesures de fonctionnement** de l'ouvrage (pesée des réactions d'appui, mesure des flèches, mesure du moment de décompression, etc.),
- **la détermination de la géométrie** exacte de la structure (valeur de l'enrobage, épaisseur d'une voûte en maçonnerie, épaisseur d'enrobé, largeur des âmes, etc.),
- **des recalculs** de la structure. Deux types de recalculs peuvent être envisagés :
  - *Un recalculation contradictoire du calcul d'exécution, mené selon les hypothèses du marché, s'il s'agit d'établir des responsabilités dans le cadre d'un éventuel contentieux.*
  - *Un recalculation selon les règlements et les lois de matériau jugés les plus réalistes, et prenant en compte les résultats des investigations (poids d'enrobé, etc.) dont le but est d'expliquer l'apparition des désordres s'il s'agit de désordres structuraux.*
- **la préparation de la mise en œuvre d'une haute surveillance dans le cas du maintien du trafic sur un pont présentant des désordres importants.**

Le programme d'investigation est défini sous la direction du coordonnateur.

### **Synthèse**

Lorsque les différentes investigations sont terminées une réunion de synthèse, dirigée par le coordonnateur, est organisée pour en analyser les résultats.

Dans les affaires difficiles il est nécessaire de faire des réunions de recadrage.

## **Recherche de diagnostic**

S'il subsiste des zones d'ombre, des investigations complémentaires peuvent s'avérer nécessaires. L'ouvrage peut également être mis sous surveillance renforcée.

Sinon, le diagnostic peut être établi, sous la direction du coordonnateur.

Il doit préciser deux points :

- *il doit expliquer l'origine des désordres observés. Si la décision de réparer l'ouvrage est prise, la connaissance de l'origine des désordres sera nécessaire pour déterminer le type de réparation adaptée. L'expérience montre que les réparations réalisées sans cette analyse préalable sont le plus souvent des échecs;*
- *il doit permettre d'évaluer l'état et la capacité portante de la structure. Si la décision de réparer l'ouvrage est prise, une fois le type de réparation choisi, la connaissance de l'état et de la capacité portante sera nécessaire pour dimensionner la réparation.*

À l'issue de ce diagnostic, des enseignements plus généraux concernant toute une famille d'ouvrages peuvent être tirés au niveau de :

- *la surveillance (par exemple : problèmes constatés sur certains coulis d'injection des câbles de précontrainte extérieure),*

## **B. L'ÉLABORATION DU PROJET DE RÉPARATION ET LA RÉALISATION DES TRAVAUX**

(Voir organigramme page suivante)

### **Études préliminaires**

La phase des Études Préliminaires est réalisée sous la direction du coordonnateur.

Elle commence par l'analyse des données et contraintes du projet et l'inventaire des solutions techniques les mieux adaptées pour la remise en état de l'ouvrage existant ou sa reconstruction.

Elle se poursuit par l'étude comparative de ces solutions, et l'évaluation de leur adéquation au site, sous les aspects technique, esthétique et économique (coûts respectifs de la réparation, de la démolition, d'un ouvrage neuf, coûts indirects dus au détournement du trafic, à la mise en œuvre d'un ouvrage provisoire, etc.).

L'objectif de cette étude préliminaire est d'aider le Maître de l'ouvrage à faire son choix dans l'ensemble des solutions possibles (démolition, réparation, etc.).

- *la réglementation (par exemple : prise en compte de l'effet du gradient thermique dans les calculs, prévention de l'alcali-réaction),*
- *la conception (par exemple : démontabilité de la précontrainte extérieure).*

Le diagnostic ne doit pas être confondu avec les conclusions d'un procès verbal d'Inspection Détaillée Périodique.

### **Première prise de décision**

À ce niveau, l'analyse du problème est suffisamment avancée pour qu'une première décision puisse être prise.

L'affaire n'est plus uniquement technique et les décisions sont du ressort du Maître de l'ouvrage conseillé par le coordonnateur.

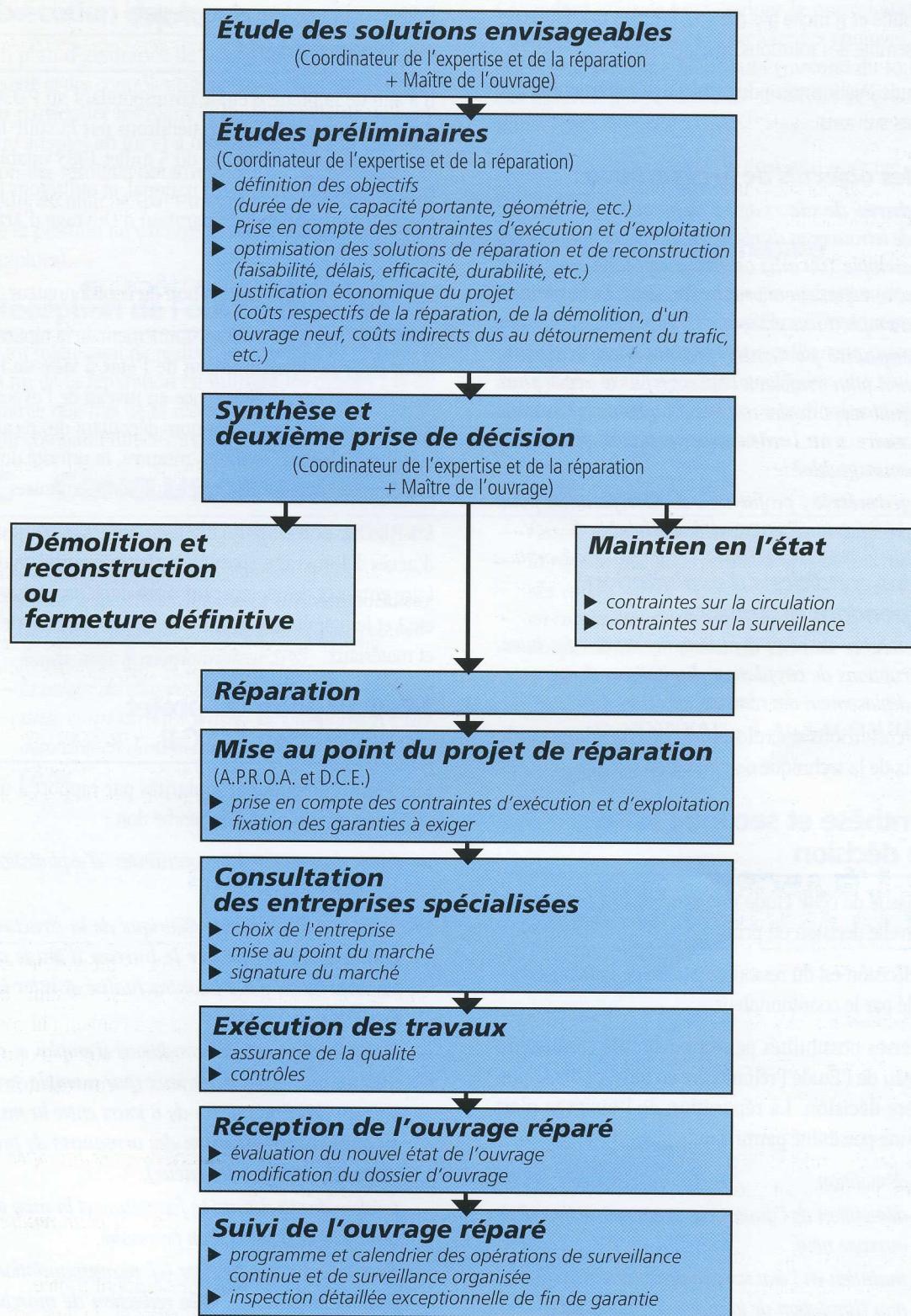
L'étude des solutions envisageables peut ensuite pouvoir commencer. Avant de passer à cette étude deux cas de figure peuvent éventuellement se présenter :

- *l'ouvrage peut être préalablement mis sous haute surveillance (au sens de l'Instruction Technique de 1979 modifiée en 1995);*
- *les mesures de renforcement provisoire peuvent être préalablement renforcées (fermeture de l'ouvrage, mise en place d'un pont provisoire, etc.).*

Il faut noter cependant que dans la plupart des cas, l'Étude Préliminaire de réparation est très simplifiée dans son déroulement et dans son contenu, la commande pouvant souvent se résumer aux deux principes suivants complétés par les contraintes de circulation pendant les travaux :

- *ne rien changer aux caractéristiques théoriques de l'ouvrage existant,*
- *remédier aux désordres observés pour rendre à l'ouvrage son état de service.*

Cette étape est parfois insuffisamment traitée. Ainsi pour les ouvrages du réseau national, la directive du 5 juillet 1985 [5] relative à l'instruction des dossiers de réparation des ouvrages du réseau national ne met pas suffisamment l'accent sur l'Étude Préliminaire bien que celle-ci soit une des pièces constituant le "Dossier d'Inscription d'Ouvrage d'Art" (D.I.O.A.). L'annexe AB 1 de ce document fournit même un cadre d'Étude Préliminaire. Ce cadre est trop



L'élaboration du projet de réparation et la réalisation des travaux

simplifié et n'incite pas dans sa forme à une étude de l'ensemble des solutions envisageables.

L'Étude Préliminaire doit préciser en particulier les points suivants :

#### **■ les objectifs de la réparation :**

- **durée de vie** : s'agit-il de permettre à l'ouvrage de retrouver sa durée de vie théorique initiale (par exemple 100 ans) ou bien s'agit-il de procéder à une réparation provisoire dans l'attente par exemple d'une déviation ?
- **capacité portante** : profite-t-on de la réparation pour renforcer l'ouvrage par exemple pour qu'il supporte des convois exceptionnels ? Au contraire une limitation de tonnage est-elle envisageable ?
- **géométrie** : profite-t-on de la réparation pour modifier la géométrie de l'ouvrage ?

#### **■ les conditions d'exploitation pendant le chantier :**

- nombre de voies à maintenir, durées des interruptions de circulation, limitations de tonnage, déplacement des réseaux, etc..

Ces conditions d'exploitation peuvent imposer le choix de la technique de réparation.

### **Synthèse et seconde prise de décision**

À l'issue de cette étude une synthèse est faite et une nouvelle décision est prise.

La décision est du ressort du Maître de l'ouvrage conseillé par le coordonnateur.

Diverses possibilités peuvent avoir été étudiées au niveau de l'Étude Préliminaire en fonction de la première décision. La réparation de l'ouvrage n'est qu'une possibilité parmi d'autres :

- démolition,
- démolition de l'ouvrage avec reconstruction d'un ouvrage neuf,
- maintien en l'état avec contraintes sur la circulation (limitation de tonnage définitive, etc.),
- maintien en l'état avec contraintes sur la surveillance (surveillance renforcée ou haute surveillance),
- fermeture de l'ouvrage avec ou sans démolition.

Si la décision de réparation est prise, le projet de réparation avec ou sans renforcement peut alors être mis au point.

### **Mise au point du projet de réparation**

Il s'agit de la phase d'étude correspondant au P.O.A. d'un ouvrage neuf. Nous retiendrons par la suite la terminologie de la directive du 5 juillet 1985 valable pour les ouvrages du réseau national, et utiliserons le terme "Avant-Projet de Réparation d'Ouvrage d'Art" (A.P.R.O.A.)

Elle est réalisée sous la direction du coordonnateur.

En ce qui concerne le dimensionnement de la réparation, pour la détermination de l'état à vide de la structure, en cas de divergence au niveau de l'expertise entre les résultats théoriques découlant des recalculs et les résultats issus des mesures, la priorité doit évidemment être donnée aux résultats des mesures.

L'A.P.R.O.A. doit en particulier étudier les conditions d'accès à l'ouvrage (par exemple, la possibilité de faire entrer et de déplacer un vérin dans un caisson, etc.) et les conditions de mise en œuvre des matériels et matériaux.

### **Mise au point du projet de réparation : D.C.E.**

Signalons quelques particularités par rapport à un D.C.E. d'ouvrage neuf. Le marché doit :

- fixer clairement les contraintes d'exploitation pendant les travaux,
- préciser si l'état à vide théorique de la structure doit être déterminé par le bureau d'étude de l'entreprise ou s'il est contractualisé et lister les hypothèses du recalculation,
- prendre en compte les conditions d'emploi et de mise en œuvre des matériaux (par exemple, prévoir un délai minimum de 8 jours entre la mise en tension et la retension des armatures de précontrainte de faible longueur),
- préciser de qui dépend la fourniture et la mise en œuvre de la signalisation provisoire,
- fixer les garanties à exiger (cf. recommandations pour la préparation et la rédaction de marchés pour la réparation et les modifications d'ouvrages d'art - SETRA - février 1993).

### **Consultation des entreprises spécialisées**

Les travaux doivent être confiés à une entreprise spécialisée dans le domaine des réparations.

## **Exécution des travaux**

Un plan d'assurance de la qualité doit être mis en œuvre et des contrôles rigoureux doivent être réalisés. En particulier les plans et notes de calculs doivent être adaptés au fur et à mesure des travaux en fonction des résultats des investigations réalisées dans le cadre du marché (par exemple, détermination exacte de la position du câblage et du ferrailage par radiographies).

## **Réception de l'ouvrage réparé**

Il est intéressant de réaliser les épreuves de charges à la fin de la réparation en utilisant les mêmes cas de charge que lors de la réception initiale, afin de pouvoir comparer directement les résultats.

## **C - CONCLUSION**

Nous attirons l'attention du lecteur sur les principaux points exposés dans cet article.

- *l'expérience et la compétence du coordonnateur de l'expertise et de la réparation (à ne pas confondre avec le coordonnateur SPS),*
- *la valeur du diagnostic. Toute réparation effectuée sans connaître les causes et l'importance des désordres est dans la quasi-totalité des cas vouée à l'échec*

Cependant, afin de bien évaluer le nouvel état de l'ouvrage, il convient de compléter ces épreuves par des instrumentation spécifiques (mesures du souffle des fissures, des surtensions de câbles de précontrainte, etc.)

Enfin, bien évidemment, le dossier d'ouvrage doit être modifié.

## **Suivi de l'ouvrage réparé**

Le programme et le calendrier des opérations de surveillance continue et de surveillance organisée doivent être mis au point. En particulier, une visite ou Inspection Détaillée Exceptionnelle doit être réalisée en fin de garantie particulière ou en fin de responsabilité décennale de la réparation.

- *l'étude des différentes solutions envisageables,*
- *la rigueur des pièces écrites du marché au niveau des contraintes à respecter, des moyens à mettre en œuvre et des responsabilités,*
- *l'importance en cours de chantier de la surveillance et des contrôles.*

**D. POINEAU - J.-M. LACOMBE ■**

**POINEAU Daniel**  
IDTPE-CA - Directeur  
Technique  
S.E.T.R.A. - CTOA  
Tel : 01 46 11 32 82

**LACOMBE  
Jean-Michel**  
ITPE - Adjoint au chef du  
Groupe Ouvrages d'Art  
D.R.E.I.F.  
Tel : 01 49 57 56 50

# Pour une meilleure durabilité des joints de chaussée

## 1.- INTRODUCTION

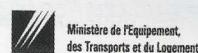
Le **joint de chaussée** constitue un **équipement important de l'ouvrage**<sup>1</sup>. De par sa position par rapport au trafic, le joint de chaussée est rendu très sensible à l'usure et sa détérioration peut être très rapide, surtout si le modèle choisi est mal adapté au site, avec comme conséquences extrêmes :

- *un danger pour la circulation : trous dans la chaussée, morceaux de ferraille "agressant" les véhicules, projection d'éléments, etc.,*
- *une détérioration locale de la structure,*
- *un ruissellement des eaux sur les structures sous-jacentes avec le danger pour la structure de la présence de cette eau plus ou moins chargée en ions agressifs,*
- *enfin des travaux de réparation (ou de remise en état) des joints qui représentent de 1,5 à 2 fois le coût du même joint neuf sans tenir compte de la gêne aux usagers pendant les travaux.*

De ce qui précède, il est nécessaire de s'assurer que les joints de chaussée mis en œuvre sur les ouvrages présentent des caractéristiques telles que leur remplacement ne puisse être envisagé qu'à un terme le plus éloigné possible.

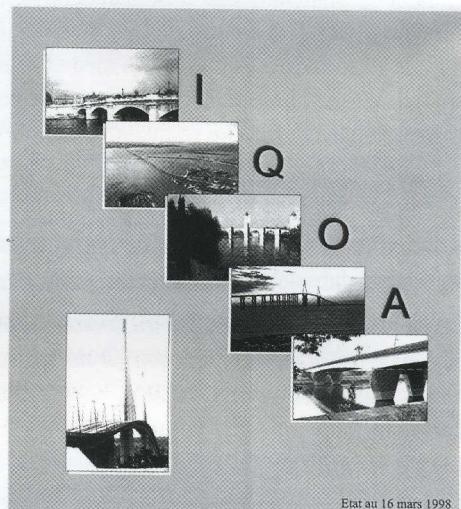
Le joint "éternel" est une utopie mais le joint de chaussée doit être conçu pour que les interventions inévitables soient d'une fréquence faible et au moindre coût (*cf. Bulletin Ouvrages d'Art N° 21, p 16 et 17*).

Les résultats d'évaluation de l'état du patrimoine des ponts situés sur le réseau routier national non concédé des routes et autoroutes, après réalisation en 1997 de la campagne de visites de type IQOA<sup>2</sup>, montrent que la fréquence des défauts de joints de chaussée est encore trop élevée. Il suffit de rappeler ces quelques chiffres pour s'en convaincre.



## CAMPAGNE D'EVALUATION 1997

### DOSSIER NATIONAL



Etat au 16 mars 1998



Pour les ouvrages dont la classe des équipements est  $\geq 2$ , soit 12192 ouvrages concernés :

	Classe 2	Classe 2E
Fréquence de défauts sur les joints de chaussée et de trottoirs	14%	6%

Pour les ouvrages dont les équipements ont la mention S, soit 1746 ouvrages concernés, la fréquence de ces défauts est de 11 %.

La diminution des chiffres précédés passe, outre un choix rationnel des différents types de joints, par une mise en œuvre correcte et une connaissance de la qualité des joints.

1. Rappel des fonctions d'un joint de chaussée :
  - assurer la libre dilatation des structures,
  - permettre la circulation des usagers,
  - étancher contre les venues d'eau de ruissellement les parties d'ouvrages sous-jacentes,
  - ne pas être la source de nuisance sonore pour l'environnement.
2. Cf. Bulletin Ouvrages d'Art N° 28, p 28 à 34 et notamment p 33 pour la définition des classes IQOA

Le présent article a donc pour but de proposer une démarche qualité destinée à pallier les problèmes ou difficultés rencontrés et liés à la mise en œuvre d'un

## 2.- PROBLÈMES RENCONTRÉS

### Sous-traitance des travaux "joints de chaussée"

Ces travaux sont, dans la quasi totalité des cas des ponts neufs, sous-traités par l'entreprise principale à un fabricant/installateur spécialisé dans la pose des joints de chaussée. De ce fait, ce dernier n'a pas (ou peu) de relation directe avec la Maîtrise d'œuvre préalablement à la phase d'exécution des travaux proprement dits. Ceci le conduit parfois, et à notre avis bien trop souvent, à pallier rapidement les difficultés rencontrées, et pas toujours avec la solution la mieux appropriée.

Le marché séparé, dans le cas présent, constitue une démarche intéressante pour assurer les meilleurs choix possibles et étudier les solutions avec un spécialiste. Elle est cependant une contrainte importante pour la Maîtrise d'œuvre (coordination, préparation de marché, etc.).

Dans le cas de marché principal avec sous-traitance, nous conseillons au Maître d'œuvre d'agréer le sous-traitant avant l'approbation des plans d'exécution du ferraillage et du coffrage de la zone concernée (*cf. CCAG, art. 29.13*). En effet, les différents modes d'ancre des joints peuvent influer sur le ferraillage et le coffrage de cette zone. Moyennant ces recommandations, une grande partie des problèmes rencontrés pourrait être évitée. À titre d'exemple, on peut citer :

- *feuillure non conforme pour le joint retenu,*
- *ferraillage insuffisant ou mal positionné pour le parfait ancrage du joint,*
- *travaux à exécuter dans un laps de temps très court non compatible avec le modèle de joint retenu,*
- *joint non adapté au souffle de l'ouvrage,*
- *ancrage impossible du joint de trottoir avec la solution initialement prévue.*

### Traitements des joints de trottoir

Le point relatif au joint de trottoir mérite qu'on s'y attarde. En effet, lors de la visite de sites dans le cadre de la procédure d'avis technique pour les joints de chaussée, nous constatons, trop fréquemment, l'absence de relevé et de joint de trottoir ou un traitement des trottoirs par des techniques inadaptées.

joint de chaussée et aboutir ainsi à une meilleure durabilité de ce dernier.

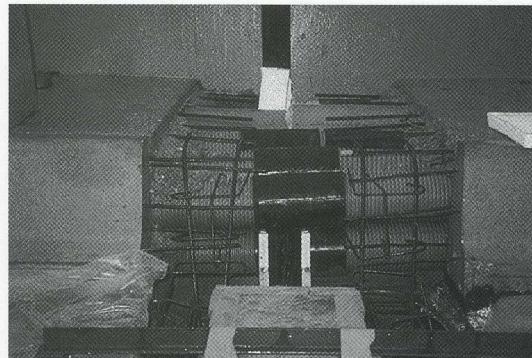


Plus jamais ça !!

Bien que les joints de trottoir soient en principe moins sollicités, les techniques à mettre en œuvre sont relativement complexes compte tenu :

- *de l'encombrement régnant dans cette zone,*
- *des périodes d'intervention aux divers niveaux du trottoir,*
- *du faible linéaire,*
- *des formes compliquées, etc.*

Les solutions techniques doivent donc, là aussi, faire l'objet d'une étude dès le stade du projet, ce qui n'est malheureusement pas souvent le cas.



Aussi, c'est dans le but d'éviter les improvisations sur les chantiers que nous proposons la démarche qualité décrite ci-après.

## **3.- DÉMARCHE QUALITÉ SOUHAITABLE**

### **Avant le démarrage du chantier**

#### **■ Rôle de la Maîtrise d'œuvre**

Les plans de l'ouvrage (ou de récolement, conformes à l'exécution dans le cas des ponts existants) et particulièrement des abouts de tablier, des garde-grèves et des trottoirs, y compris la position des gaines techniques, doivent être transmis par la Maîtrise d'œuvre au poseur de joint de chaussée, via l'entreprise principale dans le cas de marché principal avec sous-traitance.

Ceci est la condition "sine qua non" pour permettre au poseur de joint de pouvoir préparer à l'intention du Maître d'œuvre, via l'entreprise principale, les plans d'exécution pour la mise en œuvre du joint de chaussée retenu.

À ce sujet, nous rappelons ci-après un extrait du guide "Joints de Chaussée des ponts-routes" (de Juillet 1986), repris dans le projet de CAPT DCE.

"S'il s'agit d'un joint comportant des ancrages dans le béton, il sera établi, par l'entrepreneur de gros œuvre en liaison avec le fabricant poseur du joint dans le cas d'un marché principal avec sous-traitance ou par le fabricant poseur du joint dans le cas d'un marché direct, un dessin d'exécution définissant :

- *les emplacements à réservé pour les tiges de scellement des ancrages du joint,*
- *les ferraillages secondaires nécessaires au transfert à la structure porteuse des efforts transmis par les ancrages.*

L'écartement des lignes d'ancrage à la pose du joint et le réglage à l'ouverture du joint en fonction des époques auxquelles auraient lieu ces deux opérations (âge de la structure porteuse, saison,...) seront calculés. Un exemplaire sera adressé au fabricant poseur du joint dans le cas où la pose du joint est sous-traitée par l'entrepreneur du gros œuvre."

Les plans de mise en œuvre du joint seront soumis au visa du Maître d'œuvre.

Le calcul du souffle de l'ouvrage et la détermination du calage en ouverture du joint<sup>1</sup> (mis à part pour les joints à revêtement amélioré qui ne sont pas réglables en ouverture à la mise en œuvre) doivent être menés par un Bureau d'études habilité par la Maîtrise d'œuvre.

#### **■ Rôle de l'installateur**

Le poseur de joint doit vérifier que le produit proposé est adapté au site compte tenu des valeurs précitées.

Une reconnaissance préalable du site par le fabricant/installateur est fortement recommandée, surtout pour les ponts existants. Elle permettra de détecter les éventuels problèmes et de préparer les solutions préalablement au chantier. La liste ci-après, non exhaustive, est valable tant pour les ouvrages neufs que pour les ouvrages existants.

- *s'assurer que les dispositions prises par l'entreprise principale permettent d'assurer le parfait ancrage des joints de chaussée et de trottoir;*
- *vérifier l'épaisseur de la couche de roulement,*
- *faire les relevés nécessaires pour :*
  - *assurer un parfait calepinage du joint,*
  - *adapter le relevé à la bordure de trottoir;*
  - *prendre les mesures adéquates pour tenir compte des contraintes de chantier (pose par 1/2 chaussée, chantier de nuit avec obligation d'ouverture du chantier le matin).*

### **Pendant le chantier**

Les documents d'assurance qualité doivent être présents sur le site. Il s'agit plus particulièrement des documents suivants :

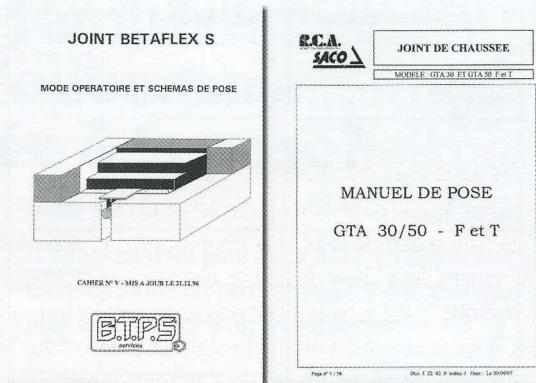
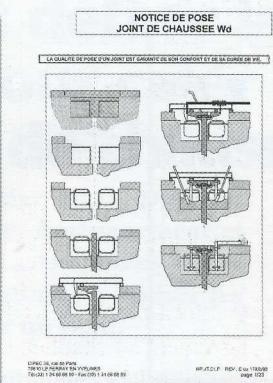
#### **• Le Manuel de pose.**

Ce document constitue le référentiel de mise en œuvre du joint et doit rester la propriété du poseur. Il ne doit pas être photocopié et a fortiori repris dans le PAQ. Par contre, il est consultable à tout moment sur le site par la Maîtrise d'œuvre pour lui permettre de vérifier que les dispositions préétablies en matière d'assurance qualité sont effectivement appliquées. Ceci suppose donc que l'équipe de pose le possède; en cas de manque, nous conseillons de n'autoriser la poursuite du chantier qu'une fois le manuel disponible, l'allongement des délais étant à la charge du poseur.

#### **• Le Plan d'Assurance Qualité "mise en œuvre".**

Toutes les phases de mise en œuvre d'un joint de chaussée sont importantes. Cependant, il est particulièrement fondamental pour éviter tout litige par la

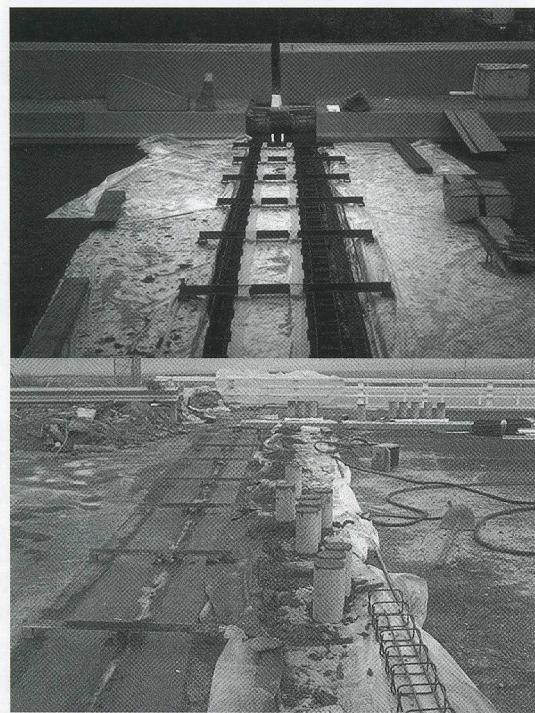
1. Cf. article de MM. FRAGNET et PICARD intitulé « Comment définir la température du pont pour caler l'ouverture des joints de chaussée à la pose »



suite, de respecter, avant le bétonnage<sup>1</sup>, un **point d'arrêt**. Celui-ci a pour but de vérifier en **présence**

**de tous les intervenants** les points suivants (liste non limitative) :

<b>Cas d'un joint mécanique</b>	<b>Cas d'un joint à revêtement amélioré</b>
Calage du joint en ouverture	
Contrôle du parfait niveling du joint	
Contrôle du ferrailage	
* enrobage,	
* espacement,	
* position/ancrages.	
Contrôle de la propreté de la feuillure (réservation) et de l'état du béton	Contrôle de la propreté de la réservation, du vide entre maçonneries et de l'état du béton
Vérification de la stabilité des bras de pose	
Contrôle de positionnement du drain et fermeture de l'étanchéité	Contrôle du positionnement du drain de type "barbacane"
Préparation de la mise en œuvre du béton (aiguilles vibrantes adaptées, éprouvettes d'information, etc.)	Préparation de la mise en œuvre du joint (liant et granulats à température requise, thermomètres de contrôle, etc.)
Protection des abords	Protection des abords



1. Ou le coulage d'un joint à revêtement amélioré

## En fin de chantier

Au P.A.Q. est associée une **fiche de suivi de chantier**. Celle-ci doit permettre d'assurer la traçabilité de la mise en œuvre du joint. Elle doit être remplie soigneusement et impérativement en fin de chantier par le fabricant installateur. Une copie visée par les différents intervenants est remise au client ou à son représentant habilité au moment de la réception des travaux.

Un autre point **d'arrêt fondamental** est celui réalisé lors de la **réception des travaux**.

Les **fiches de non conformités** éventuelles doivent être remplies soigneusement en liaison avec la "fiche suivi chantier".

## Pendant la durée de vie du joint

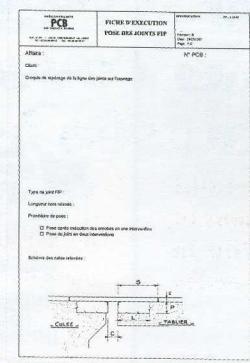
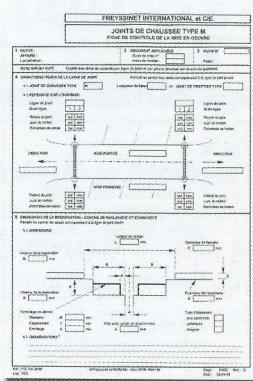
Il faudra effectuer les réparations ou opérations d'entretien le plus tôt possible.

## Protection des abords

## Éprouvettes d'information

## Équipements et entretien

Exemples de "fiches de suivi chantier" que le client doit obtenir, sans demande particulière, en fin de chantier



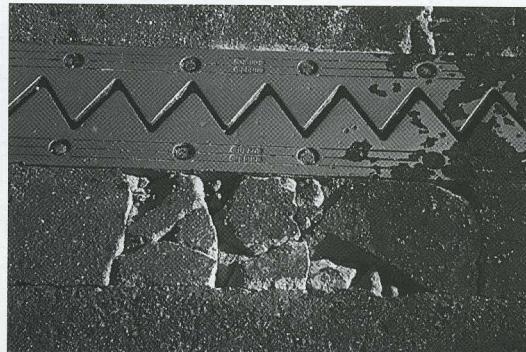
JOINTS DE CHAUSSEE E.J.



FICHE DE CONTROLE CHANTIER

EQUIPEMENTS TECHNIQUES POUR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION

En effet, des désordres a priori mineurs au départ peuvent être graves de conséquences : mise en cause de la sécurité des usagers et de la pérennité des parties d'ouvrage avoisinantes entraînant a fortiori un coût financier incomparable avec celui résultant d'une réparation ponctuelle.



Les visites périodiques sont donc nécessaires.

Dans le cadre de la surveillance prévue dans le Fascicule 21 de la 2ème partie de l'Instruction Technique sur la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art, le poseur de joint préconise une surveillance plus particulière de certains points. Il peut s'agir par exemple pour les joints mécaniques, outre la vérification visuelle, du contrôle :

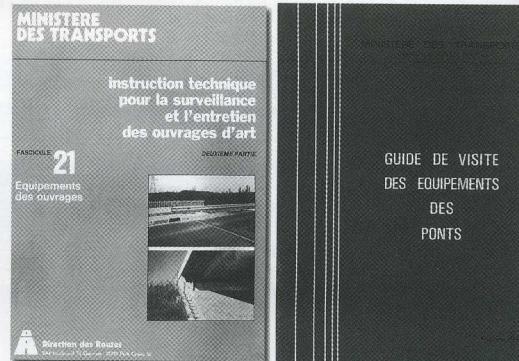
- de la bonne tenue des ancrages du joint (par un sondage au marteau),
- de la bonne tenue des solins en béton ou des longines en mortier de résine,
- de la bonne étanchéité sous le joint,
- etc.

## 4.- CONCLUSION

La démarche qualité proposée dans cet article au stade du projet, au moment du chantier et pendant la durée de vie d'un joint de chaussée n'a pas pour ambition de tenter de régler tous les problèmes rencontrés.

En général, la périodicité annuelle conseillée par le fabricant est parfaitement justifiée. Cette opération peut alors être réalisée à l'occasion du contrôle annuel rendu obligatoire par la circulaire du 26/12/95 (§ 2.2.2) de la Direction des Routes relative à la révision de l'Instruction Technique précitée.

Pour cette surveillance, on disposera du fascicule précédent complété par le guide de visite des équipements des ponts qui donne une méthodologie de la visite des équipements et une aide pour établir un diagnostic.



Si des réparations s'avèrent nécessaires à la suite de ces visites, la Maîtrise d'œuvre n'oubliera pas de faire jouer :

- la garantie de parfait achèvement des travaux, s'il s'agit de désordres survenus dans un délai de moins d'un an après la réception des travaux correspondants,
- la garantie particulière contractuelle qu'il est hautement souhaitable d'inclure dans le C.C.A.P. (Cf. documents "joints de chaussée des ponts-routes", § 7.4.2.2).

Elle constitue cependant une base importante et essentielle pour essayer de réduire la pathologie, sensibiliser les entreprises à un travail de qualité et augmenter sensiblement la durée de vie de cet équipement particulièrement sollicité.

Y. MEURIC ■

Il est urgent d'intervenir partiellement dans le cas présent, pour éviter l'aggravation du désordre. Les causes susceptibles d'expliquer ce désordre doivent être recherchées.

**MEURIC Yvon**  
Cellule Équipements  
S.E.T.R.A. - CTOA  
Tel : 01 46 11 33 22

# Comment définir la température du pont pour caler l'ouverture des joints de chaussée à la pose?

Nous tenons à remercier M. O. Dumont (Contrôle du patrimoine, Aménagement et Maintenance des Infrastructures de la RATP) de nous avoir autorisé à utiliser les résultats de mesures sur un pont.

Les joints de chaussée des ponts routes sont réglables en ouverture à la pose, à l'exception des joints à revêtement amélioré. Il est important de bien faire ce réglage pour faire fonctionner le joint dans sa plage de capacité de souffle et éviter un sur ou sous-dimensionnement qui serait préjudiciable à la pérennité tant de la structure (*blocage*) que du joint.

Cette ouverture du joint de chaussée à la pose est fonction d'un certain nombre de paramètres qui sont plus ou moins bien connus; cependant il en est un qui est bien difficile à appréhender, c'est la température.

En effet la température qui serait à retenir est celle de l'ouvrage naturellement différente de l'ambiente, or c'est cette dernière qui est la plus facilement disponible alors que celle de l'ouvrage nécessite des sondes dans l'ouvrage, pratiquement jamais en place.

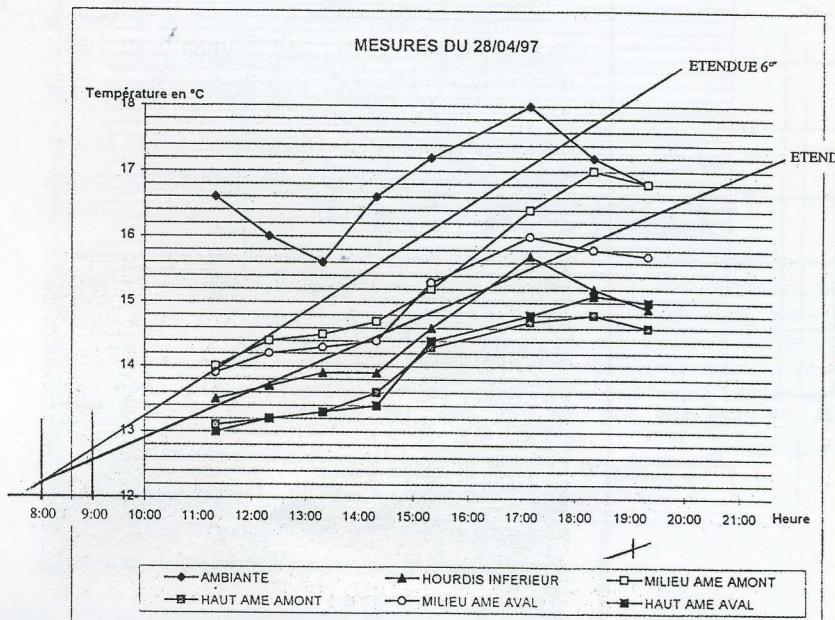
Actuellement les poseurs de joint possèdent des "recettes" plus ou moins personnelles pour leur permettre de déterminer l'ouverture en fonction de la température ambiante : certains disent mesurer la température de l'eau dans un trou foré, d'autres se renseignent sur les relevés de température moyenne de la veille, d'autres ne font pas de mesures et calent en supposant une température de 10-14 °C, etc. Devant ces "recettes" les Maîtres d'Œuvre sont désarmés pour porter un avis, quand ils n'ont pas, eux mêmes, des "recettes" !

Dans le guide "joints de chaussée des ponts route" en annexe 3, nous avions présenté une méthode mise au point par une équipe du TRRL (*Transport and Road Research Laboratory anglais*) sous la direction de M<sup>me</sup> M. Emerson.

À l'occasion de l'examen du comportement de quelques ouvrages, nous avions à notre disposition les relevés de température par des sondes dans le béton, aussi nous avons essayé de comparer les résultats donnés par ces sondes avec les valeurs déduites de la méthode du TRRL.

## Cas n° 1

Il s'agissait d'un pont de la RATP en Béton Précontraint de forme un peu particulière plus proche d'un pont à poutre que d'un pont caisson.



Nous disposons de deux jours de relevés : en avril et en août. Les valeurs des différentes températures dans la structure sont données sur les figures ci-après.

La droite déduite de la méthode TRRL est calculée de la façon suivante (*nous renvoyons à l'annexe 3 du guide "joints de chaussées" pour le détail du calcul*) :

$y = 1.14x - 1.1$  avec un minimum de  $y$  à 8 heures ( $\pm$  une heure) et le maximum à 19 heures ( $\pm$  une heure) GMT.

où  $x$  est la température moyenne sous abri sur 48 heures dans le cas présent

et  $y$  la température journalière moyenne.

*Nota : il existe plusieurs relations selon le type de structure.*

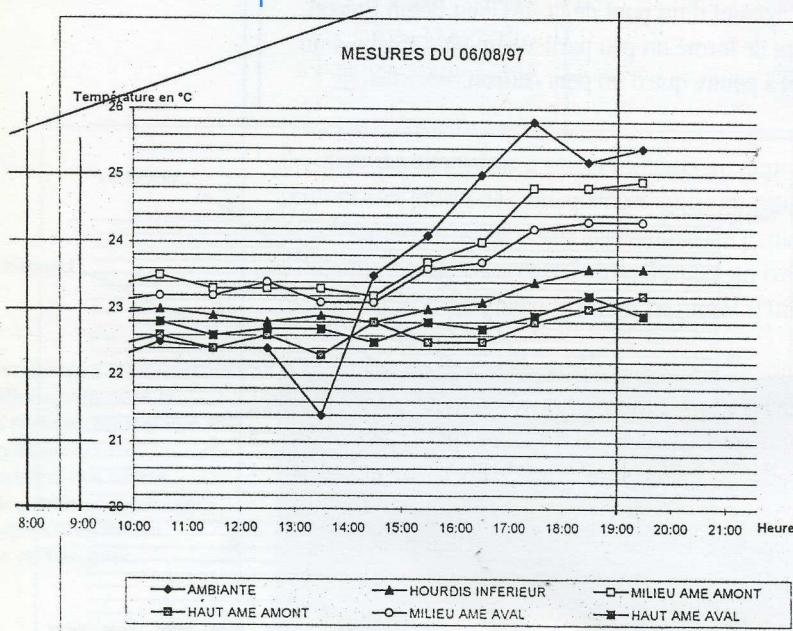
Nous avons demandé, pour les deux dates étudiées, les températures à la station Météo France située à une dizaine de kilomètres de l'ouvrage.

Pour avril :

$$y = 1.14 * 11.7 - 1.1 = 12.2^\circ\text{C} \text{ à 8 heures.}$$

Ensuite nous avons appliqué les corrections du tableau en fonction de l'époque de l'année et de la météo. Nous avons supposé un jour de printemps intermédiaire entre clair et ensoleillé (*étendue 6°*) et nuageux mais non couvert (*étendue 4°*).

Sur la figure, on peut constater que l'on a une bonne corrélation.



En refaisant la même opération pour la journée d'août, nous obtenons :

$$y = 1.14 * 23.5 - 1.1 = 25^{\circ}7, \text{ ce qui avec une étendue entre } 4 \text{ et } 2, \text{ donne la courbe de variation de la figure ci-dessus.}$$

La corrélation est très mauvaise dans ce cas, mais il convient de noter que la météo a été assez "chahutée" durant la journée et la nuit précédente avec un temps orageux, donc des températures élevées momentanées et des orages juste avant les mesures.

## Cas n° 2

Il s'agit d'un pont caisson en béton précontraint et l'étude a été faite, sur la demande de la CDOA 78, par le LROP de Trappes.

Les résultats comparés sont les suivants :

Date	Température extérieure sous abri	Température dans le béton	Températures déduites de la méthode TRRL
01/97	- 0.4	- 3.8	- 3
11/97	3.9	3.9	2.1
07/97	31	25.3	27.8

On observe donc une assez bonne corrélation.

Cependant, il convient de noter que d'autres tentatives ont été faites et que la corrélation n'a pas toujours été aussi bonne.

## Conclusions

La méthode du TRRL peut être intéressante si la température dans la période précédant la mesure n'est pas trop "chahutée".

On aboutit alors à une corrélation satisfaisante et d'un niveau de précision largement au-delà de ce dont on a besoin pour le calage des joints. Elle doit cependant être maniée avec précaution et il est souhaitable de faire des recoupements. Elle a l'avantage de ne pas nécessiter de gros moyens d'investigations.

Il serait intéressant de vérifier l'étendue et la fiabilité de la méthode du TRRL en exploitant les nombreux relevés de températures dans le béton dont on dispose pour un certain nombre d'ouvrages.

**M. FRAGNET - Y. PICARD**

### FRAGNET Michel

Ingénieur Cellule Equipements  
S.E.T.R.A. - CTOA  
Tel : 01 46 11 32 13

### PICARD Yves

ITPE - CDOA  
D.D.E. des Yvelines  
Tel : 01 30 84 33 74

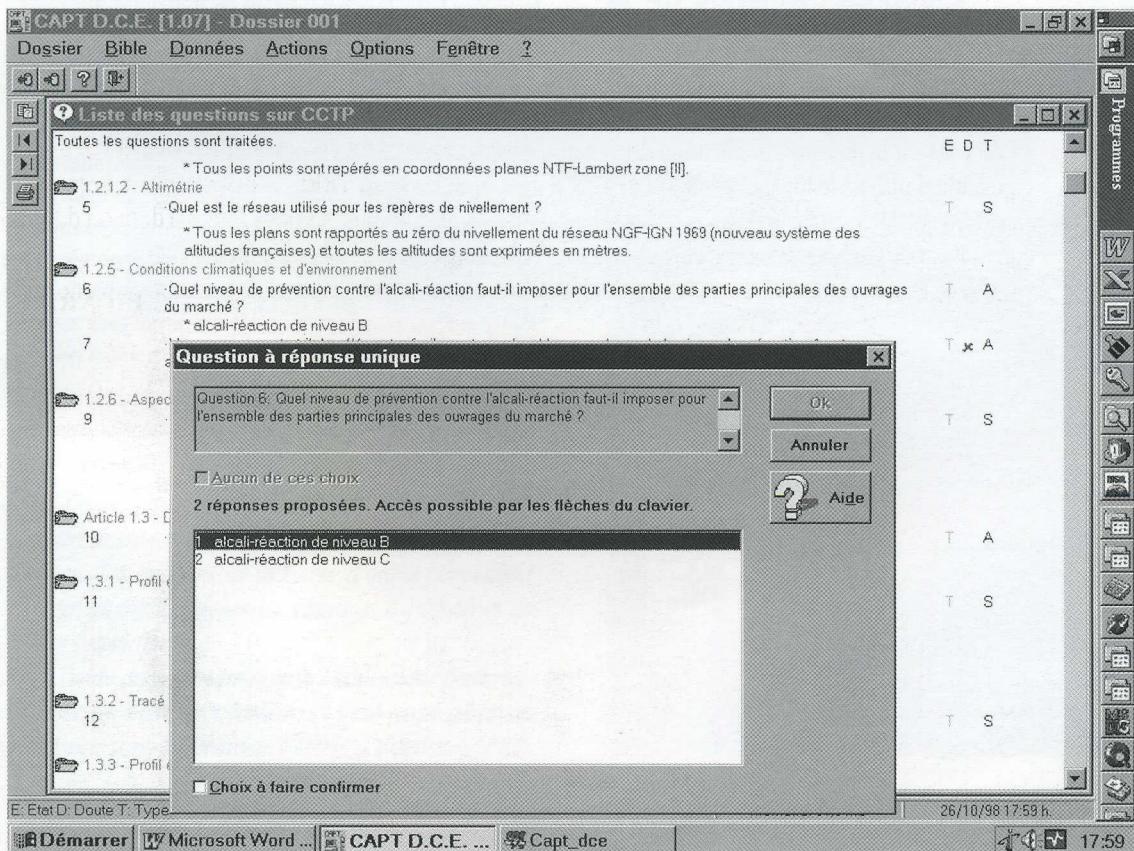
## Le logiciel CAPT-OA, très bientôt sur vos écrans

Jusqu'au début des années 1990, l'élaboration du cahier des clauses techniques particulières (CCTP) de la grande majorité des dossiers de consultation des entreprises (DCE) faisait appel à un subtil mélange de "copier-coller", de "Peux-tu me passer ton dernier CCTP" et de "Qui aurait des clauses sur...". Ce système avait de nombreux avantages pour les rédacteurs de CCTP. Il présentait malheureusement aussi quelques inconvénients : clauses très variables d'un service à l'autre, parfois insuffisantes, souvent obsolètes...

Depuis quelques années, dans le domaine des ouvrages d'art, l'élaboration des CCTP est facilitée par la diffusion d'un CCTP et d'un bordereau des prix types au format Word, élaborés puis régulièrement mis à jour par la DOA du CETE Méditerranée. Ce système, toujours en service, permet d'unifier la rédaction des clauses des CCTP et des bordereaux des prix et de caler celles-ci sur les textes réglementaires en vigueur. Il reste cependant imparfait pour diverses raisons : suppression fastidieuse des textes inutiles ; pas de détail estimatif ; pas de contrôle de cohérence entre les pièces produites.

À partir du début de l'année 1999, ce système va être abandonné au profit d'un outil beaucoup plus performant, conçu par la DREX et le CTOA du SETRA et par les CETE Normandie-Centre et Méditerranée, appelé CAPT-OA. Cet outil est constitué par un logiciel général appelé CAPT-DCE (*Conception Assistée des Pièces Techniques des DCE*), assimilable à un logiciel de base de données, et par une base de données — aussi appelée bible ou référentiel — dédiée à la construction des ouvrages d'art courants.

Avec ce logiciel, la personne chargée des pièces techniques du DCE doit d'abord répondre à une série de questions posées de manière interactive. Elle doit ensuite compléter les clauses sélectionnées par le logiciel en y insérant, grâce à des fenêtres de saisie manuelle, certaines informations spécifiques à son projet (voie portée, largeur, etc.). En cas de difficultés particulières, elle peut consulter les aides qui lui sont proposées ainsi que le glossaire inclus dans le logiciel. Ces étapes étant franchies, elle peut alors éditer les pièces techniques. Le CCTP, son annexe normative et le cadre du bordereau des prix sont produits au format Word 6 ou 7 et le cadre du détail estimatif au



format Excel 5 ou 7. L'utilisateur peut alors compléter, personnaliser et imprimer ses documents à volonté, dans l'environnement informatique qui lui est familier.

CAPT-OA traite de manière complète les marchés portant sur la construction d'un ou plusieurs ponts, sous réserve que les travaux correspondants ne soient découpés ni en tranches ni en lots. Pour les marchés plus complexes, quelques adaptations — à faire sous Word et Excel — sont nécessaires.

Grâce à une base de données très complète dès sa première version, CAPT-OA peut traiter des ouvrages très variés. Ainsi :

- *tous les ouvrages types du SETRA, ainsi que les ponts à poutres mixtes, peuvent être traités ;*
- *toutes les fondations courantes sont prévues ;*
- *presque toutes les superstructures courantes sont disponibles.*

On notera qu'un effort particulier a été fait dans le domaine des bétons. Le CCTP proposé comprend ainsi les clauses relatives à la prévention de l'alcali-réaction déterminées en fonction du niveau de prévention choisi par l'utilisateur. Pour chaque partie d'ouvrage, il est également proposé des spécifications (*classe de résistance minimale, dosage minimal en ciment, etc.*) qui visent à assurer la durabilité du béton. Bien évidemment, ces exigences, mises au point avec le LCPC, dépendent de l'environnement qui a été déclaré dans le logiciel pour cette partie

d'ouvrage et, en particulier, de la présence ou non d'agents agressifs (*gel avec fondants, pollution, etc.*). CAPT-OA fonctionne sur des micro-ordinateurs PC ou compatibles équipés de micro-processeurs 486 ou supérieurs, et sous environnement Windows 3.11 ou Windows 95. Une version provisoire de ce logiciel est en service au CTOA du SETRA et dans les DOA de CETE depuis juin 1998, la version définitive devant être commercialisée par le SETRA à la fin de l'année 1998. Comme pour les autres logiciels à usage courant, la formation à CAPT-OA sera assurée par les Pôles Régionaux de Diffusion (PRD) et par les correspondants OA des CETE.

CAPT-OA est amené à évoluer très régulièrement. D'une part, car il existe des domaines techniques relativement courants qui ne sont pas encore traités mais qu'il est souhaitable de couvrir à moyen terme. D'autre part, car l'évolution permanente du corpus réglementaire, mais aussi de la technique, impose une actualisation régulière des clauses types, des questions et des aides proposées à l'utilisateur. Il est ainsi prévu de diffuser tous les ans une nouvelle version de la base de données ouvrages d'art.

Pour terminer, qu'il soit permis aux auteurs de cet article de remercier les nombreux ingénieurs du réseau technique (LRPC, LCPC, CETE, DREIF, SETRA) qui ont contribué à cet important travail, par leurs tests, par leurs avis éclairés ou en rédigeant des spécifications.

**D. de MATTEIS - J. RESPLENDINO ■**

CAPT-OA est la première application du système informatique CAPT. Dans le futur, il sera possible d'utiliser le logiciel général CAPT-DCE avec d'autres bases de données que celle portant sur la construction des ouvrages d'art courants, pour traiter d'autres natures de travaux. Des bases de données enrobés, granulats, terrassements, assainissement, VRD, corps de chaussées, enduits, espaces verts sont ainsi d'ores et déjà en cours d'élaboration.

**de MATTEIS Daniel**

IDTPE - Directeur  
Technique  
SETRA - CTOA  
Tel : 01 46 11 32 12

**RESPLENDINO  
Jacques**

ITPE - Division des  
Ouvrages d'Art  
CETE Méditerranée  
Tel : 04 42 24 76 81

# Présentation du nouveau programme PIEU

## 1. Domaine d'emploi du programme

Le programme PIEU calcule la capacité portante d'un pieu de fondation en appliquant les règles définies dans le Fascicule 62 titre V du CCTG.

Le programme travaille à partir de sondages pressiométriques ou pénétrométriques, qui sont donnés directement par l'utilisateur ou importés depuis des fichiers. Différents formats d'importation sont disponibles comme ceux de la SNCF, du LCPC, ou de simples fichiers de texte dont les valeurs sont données en colonnes;

À l'aide des données relatives au sol et des caractéristiques du pieu, le programme détermine les efforts limites en compression ou à l'arrachement aux différents états limites. Les pieux de toutes les catégories du Fascicule 62 titre V du CCTG peuvent être calculés.

## 2. Fonctionnement général du programme

Les calculs sont regroupés sous forme de projets pouvant comporter plusieurs sondages. À chaque sondage, on peut attacher un ou plusieurs pieux. Les projets peuvent être sauvés et rechargés ultérieurement pour effectuer des calculs complémentaires. Un projet existant peut faire l'objet d'ajouts de sondages ou de pieux.

Lorsqu'un projet est ouvert, l'utilisateur charge un sondage et travaille sur un seul pieu à la fois. Ce pieu fait l'objet d'un calcul de portance qui produit une série de résultats (dessins et valeurs numériques). Les résultats du calcul sont mémorisés. Lorsque plusieurs pieux ont été calculés pour un même sondage, il est possible d'imprimer les résultats sous forme de tableau, pour permettre une comparaison rapide entre les différentes solutions.

La fenêtre principale du programme comporte un menu et une barre d'icônes qui correspondent à deux modes de fonctionnement :

— *À l'aide de la barre d'outils, l'utilisateur peut introduire un sondage, et calculer rapidement un pieu. Les boutons de la barre d'outils permettent également d'afficher les résultats à l'écran et de les imprimer.*

— *À l'aide du menu principal, l'utilisateur peut réaliser les mêmes opérations et peut aussi gérer ses projets sous la forme de fichiers d'extension "PIE".*

Les sorties se font sur toute imprimante compatible avec Windows.

Le programme est doté d'un système d'aide interactif de type classique sous Windows. Ce système d'aide comporte des possibilités de recherche et est connecté directement au programme PIEU.

## 3. Spécifications du programme

Le programme fonctionne sous Windows 3.11 et sur Windows 95 ou NT. Il nécessite un micro-ordinateur de type Pentium avec 16 Mo de mémoire. Le programme occupe environ 4 Mo sur le disque dur de l'utilisateur.

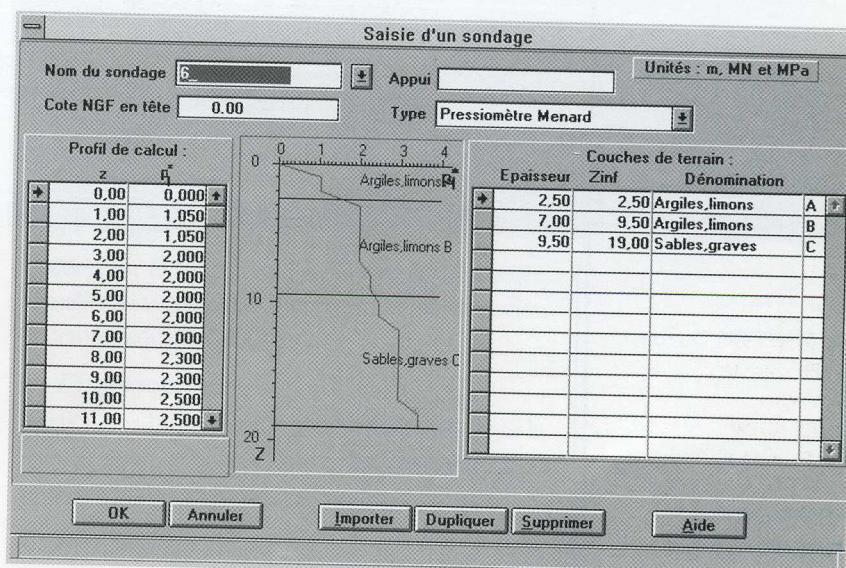
Les spécifications techniques ont été établies avec la collaboration de l'Arrondissement Fondations et Soutènements du CTOA du SETRA. Le programme a été écrit par la Division Informatique du CETE Méditerranée en utilisant WINDEV de la société PC SOFT.

## 4. Interface utilisateur

Pour illustrer l'interface, on trouvera ci-après les principaux écrans de PIEU :

### 4.1 Saisie des sondages

Dans cette boîte de dialogue, l'utilisateur donne le sondage et la classification du sol par couche telle qu'elle résulte du Fascicule 62 titre V du CCTG.



# Présentation du nouveau programme PIEU

## 1. Domaine d'emploi du programme

Le programme PIEU calcule la capacité portante d'un pieu de fondation en appliquant les règles définies dans le Fascicule 62 titre V du CCTG.

Le programme travaille à partir de sondages pressiométriques ou pénétrométriques, qui sont donnés directement par l'utilisateur ou importés depuis des fichiers. Différents formats d'importation sont disponibles comme ceux de la SNCF, du LCPC, ou de simples fichiers de texte dont les valeurs sont données en colonnes;

À l'aide des données relatives au sol et des caractéristiques du pieu, le programme détermine les efforts limites en compression ou à l'arrachement aux différents états limites. Les pieux de toutes les catégories du Fascicule 62 titre V du CCTG peuvent être calculés.

## 2. Fonctionnement général du programme

Les calculs sont regroupés sous forme de projets pouvant comporter plusieurs sondages. À chaque sondage, on peut attacher un ou plusieurs pieux. Les projets peuvent être sauvés et rechargés ultérieurement pour effectuer des calculs complémentaires. Un projet existant peut faire l'objet d'ajouts de sondages ou de pieux.

Lorsqu'un projet est ouvert, l'utilisateur charge un sondage et travaille sur un seul pieu à la fois. Ce pieu fait l'objet d'un calcul de portance qui produit une série de résultats (dessins et valeurs numériques). Les résultats du calcul sont mémorisés. Lorsque plusieurs pieux ont été calculés pour un même sondage, il est possible d'imprimer les résultats sous forme de tableau, pour permettre une comparaison rapide entre les différentes solutions.

La fenêtre principale du programme comporte un menu et une barre d'icônes qui correspondent à deux modes de fonctionnement :

— *À l'aide de la barre d'outils, l'utilisateur peut introduire un sondage, et calculer rapidement un pieu. Les boutons de la barre d'outils permettent également d'afficher les résultats à l'écran et de les imprimer.*

— *À l'aide du menu principal, l'utilisateur peut réaliser les mêmes opérations et peut aussi gérer ses projets sous la forme de fichiers d'extension "PIE".*

Les sorties se font sur toute imprimante compatible avec Windows.

Le programme est doté d'un système d'aide interactif de type classique sous Windows. Ce système d'aide comporte des possibilités de recherche et est connecté directement au programme PIEU.

## 3. Spécifications du programme

Le programme fonctionne sous Windows 3.11 et sur Windows 95 ou NT. Il nécessite un micro-ordinateur de type Pentium avec 16 Mo de mémoire. Le programme occupe environ 4 Mo sur le disque dur de l'utilisateur.

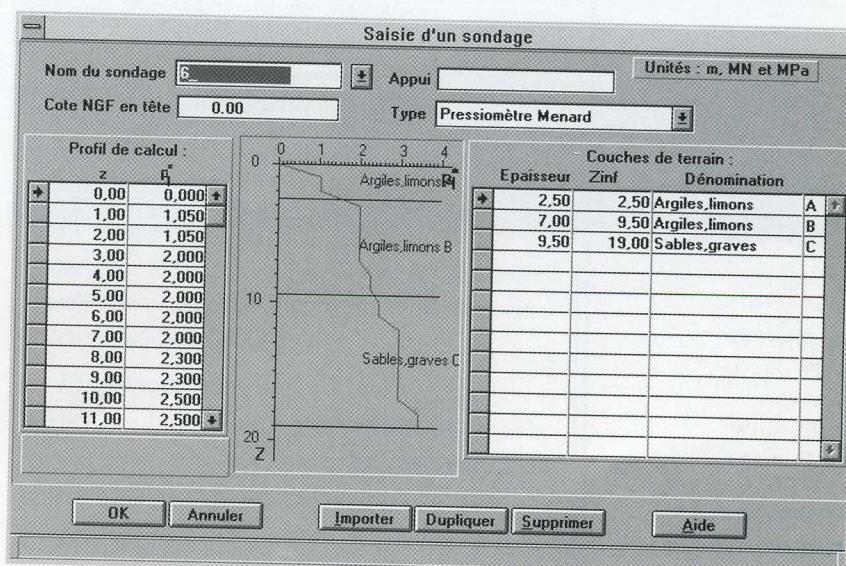
Les spécifications techniques ont été établies avec la collaboration de l'Arrondissement Fondations et Soutènements du CTOA du SETRA. Le programme a été écrit par la Division Informatique du CETE Méditerranée en utilisant WINDEV de la société PC SOFT.

## 4. Interface utilisateur

Pour illustrer l'interface, on trouvera ci-après les principaux écrans de PIEU :

### 4.1 Saisie des sondages

Dans cette boîte de dialogue, l'utilisateur donne le sondage et la classification du sol par couche telle qu'elle résulte du Fascicule 62 titre V du CCTG.



## ■ 4.2 Saisie des pieux

Nom du sondage : 6	Appui :	Unités : m, MN et MPa
Nom du pieu : Pieu1	Type de pieu : Foré tubé (tube récupéré)	
Cote du terrain naturel : 0.00	Cote de la tête du pieu : 0.00	
Longueur du pieu : 17.50	Cote de la pointe du pieu : -17.50	
Longueur tubée : 17.50	Cote d'arrêt du tubage : -17.50	
Inclinaison en degrés :	Partie inférieure : <input checked="" type="radio"/> Foré simple <input type="radio"/> Foré boue	
Géométrie :		
Diamètre du pieu : 0.4400		
Section de la pointe : 0.1520		
Périmètre du fût : 1.3820		
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annuler"/> <input type="button" value="Dupliquer"/> <input type="button" value="Supprimer"/> <input type="button" value="Aide"/>		

À noter dans cet écran, la liste déroulante "Type de pieu" qui permet de sélectionner une catégorie parmi celles figurant dans le Fascicule 62 titre V du CCTG. Le tubage complet ou partiel peut également être pris en compte.

## ■ 4.3 Paramètres de portance

Les paramètres de portance sont les facteurs de pointe ou de frottement latéral qui permettront d'évaluer les efforts

Nom du sondage : 6	Nom de l'appui :	Unités : m, MN et MPa
Frottement latéral	Nom du pieu : Pieu1	Type : Foré tubé (tube récupéré)
Cote inf. Couche	Qi proposée	Remarque
-2.50 Argiles, limons A	Q1	
-9.50 Argiles, limons B	Q1, Q2(1)	(3) Forage à sec, tube non louvoyé
+ -19.00 Sables, gravaux C	Q3, Q2(2)	(2) Pieux de grande longueur (suivi)
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annuler"/> <input type="button" value="Calcul"/> <input type="button" value="Aide"/>		

Terme de pointe	Nature du terrain	kp proposé	Remarque	kp choisi
Sables, gravaux C	1.2			1.2
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annuler"/> <input type="button" value="Calcul"/> <input type="button" value="Aide"/>				

limites à partir de la nature et des caractéristiques des terrains traversés et du type de pieu prévu. Le programme calcule ces paramètres, et les propose à l'utilisateur qui doit les valider.

## ■ 4.4 Résultats

Le programme édite les paramètres de charges en kN :

- Charge limite en compression  $Q_u$
- Charge limite en traction  $Q_{tu}$
- Charge de fluage en compression  $Q_c$
- Charge de fluage en traction  $Q_{tc}$

Ainsi que les efforts correspondants dans les différentes combinaisons à l'état limite ultime :

- Combinaisons fondamentales  $Q_{min} \text{ et } Q_{max}$
  - Combinaisons accidentelles  $Q_{min} \text{ et } Q_{max}$
- et à l'état limite de service :
- Combinaisons rares  $Q_{min} \text{ et } Q_{max}$
  - Combinaisons quasi-permanentes  $Q_{min} \text{ et } Q_{max}$

## 5. Disponibilité du programme

Le programme est disponible depuis le mois de novembre 1998.

Les Pôles Régionaux Départementaux (PRD) des CETE peuvent fournir toutes précisions complémentaires sur le Logiciel PIEU.

**G. LACOSTE ■**

# La refonte du BT7 : Une nouvelle méthode de travail

Une expérience pilote de "groupware" a débuté en juillet au SETRA, avec la collaboration des CETE. Sous ce vocable barbare se cache tout simplement une nouvelle façon de travailler en équipe pour réaliser un projet en commun. les techniques utilisées s'appuient beaucoup sur les nouvelles technologies des réseaux informatiques, mais le côté humain du travail en groupe, et les méthodes classiques de gestion de projet et d'organisation des tâches sont aussi très importantes.

## LE GROUPWARE

Le groupware est défini pour la première fois en 1978 par Peter et Trudy Johnson-Lenz, chercheurs du New Jersey Institute of Technology :

*"GROUPWARE is intentional GROUP processes and procedures to achieve specific purposes plus software tools designed to support and facilitate the group's work".*

Le groupware est un concept qui porte avant tout sur les processus de communication et de travail en groupe, et sur la façon dont ces processus peuvent être soutenus par des outils logiciels fonctionnant sur une architecture en réseau.

Dans la perspective de développement du travail coopératif, le groupware a donc pour objet les groupes d'individus centrés sur une activité ou un projet, utilisant les technologies d'information et de communication qui leur permettent de travailler, à distance ou à proximité, en temps asynchrone.

### Le Cocktail Groupware®

L'approche développée au travers de la Méthode MAIN ® met en évidence trois dimensions essentielles :

- **La dimension humaine** : les hommes, les valeurs qu'ils partagent et les comportements qu'ils adoptent en situation de travail, individuellement et en groupe.

*Les hommes, sans qui aucune action n'est possible, sont au centre des projets groupware, qui traitent de façon privilégiée les aspects relatifs aux communications dans les groupes et au management des équipes de travail.*

- **La dimension organisationnelle** : les processus d'activités et les tâches à réaliser, qui exigent une structure de l'organisation fondée sur le modèle des équipes réelles.

Cette expérience a été conduite conjointement par le Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art (CTOA) et le Centre Informatique Technique et Scientifique (CITS) avec l'appui d'un consultant spécialiste du groupware (MAIN CONSULTANTS). Avant de détailler le contenu de l'opération, nous rappellerons succinctement les fondements et les caractéristiques du groupware.

*L'organisation est un déterminant des projets groupware. En fonction des objectifs de qualité et de performance propres à chaque contexte d'entreprise, l'organisation permet d'établir la cohérence des activités et des tâches nécessaires à l'obtention du résultat fixé.*

- **La dimension technologique** : les outils destinés à faciliter la communication, la coopération et la coordination des groupes et des équipes de travail.

*La technologie constitue un support et un levier d'action des projets groupware. La maîtrise des possibilités et des limites des outils permet d'apporter la meilleure réponse à la demande humaine et organisationnelle, en fonction de chaque environnement groupware et de l'évolution des offres technologiques.*

Le Cocktail Groupware®, formule d'équilibre et de mélange, est l'image du groupware qui exige une réflexion globale et une conduite de projet intégrant étroitement ces trois dimensions humaines, organisationnelles et technologiques. Cette action intégrée valorise trois ressources majeures dans les organisations :

- **Le temps**

L'action sur le temps vise l'économie des distances, l'amélioration des délais, l'optimisation de la gestion du temps individuel et de groupe.

- **L'information**

L'action sur l'information vise l'amélioration de la recherche, de la conservation, du partage et de la valorisation des connaissances acquises.

- **Les hommes**

L'action managériale vise les performances qualitatives, créatives et synergiques qui résultent du travail en groupe.

## **Les outils de groupware**

Les outils de groupware sont des applications informatiques, conçues pour répondre aux besoins d'amélioration des processus de communication, de coopération et de coordination.

Ces outils sont issus de la convergence de plusieurs technologies : multimédia, gestion documentaire, gestion de l'image, réseaux locaux et distants, informatique mobile... Ils permettent la manipulation et le transfert de documents électroniques, textes, images et sons.

Leur champ d'application est mis en évidence par la typologie des familles d'outils génériques :

### **■ Les applications orientées « Mémoire » :**

Leur but principal est de mettre à disposition des individus, des groupes ou de toute une communauté de travail, l'ensemble des documents utiles à leurs activités. Les documents intègrent les informations d'origine externe, autant que les textes, images ou produits sonores qui sont élaborés par un individu ou un groupe de travail dans l'entreprise.

Ces applications permettent d'enregistrer, de conserver, puis d'accéder à des bibliothèques ou des kiosques d'informations quel que soit le lieu ou le moment.

Quelques exemples :

- *Les documentations de références législatives ou réglementaires*
- *Les collectes thématiques de documents photographiques ou dessins techniques*
- *Les bibliothèques de projets permettant de capitaliser les connaissances produites par les groupes de travail*

### **■ Les applications orientées « Routage » :**

Leur but principal est d'organiser des flux d'informations dans le temps et l'espace, selon des schémas de circulation définis par les acteurs d'un groupe de travail. Avec les applications de Workflow, ces flux peuvent être automatisés pour correspondre à des processus d'activités très structurés. Les applications de messagerie électronique servent les flux d'informations autonomes et très flexibles, par échanges de textes libres et de documents joints entre interlocuteurs.

Quelques exemples :

- *Les workflows visant la gestion des frais de missions ou des demandes de congés*
- *Les messages visant la réflexion concertée, sur un thème discuté entre deux interlocuteurs*
- *Les messages visant la diffusion circulaire d'une même information*

### **■ Les applications orientées « Echange » :**

Leur but principal est de supporter les interactions qui concernent ou impliquent tous les acteurs d'un groupe de travail. Avec les outils de calendriers partagés et de gestion des tâches, les applications servent la coordination des activités dans le temps. Avec les outils de conférence électronique, les membres d'un groupe peuvent conduire des réunions, à distance ou à proximité, quel que soit le moment de leurs contributions respectives.

Quelques exemples :

- *Les plannings de groupe permettant d'optimiser l'organisation des réunions, l'organisation des projets et le suivi des délégations*
- *Le brainstorming ou réunion de créativité favorisant la production d'idées*
- *La rédaction coopérative d'un document par des individus travaillant à distance*

## **L'expérience pilote**

Cette opération, qui est pilotée conjointement par le CTOA et par le CITS, doit s'effectuer avec la collaboration des Divisions Ouvrages d'Art et des Divisions Informatique des CETE.

Elle consiste à mettre en œuvre un projet commun (SETRA - CETE) en utilisant les techniques de groupware. Le projet qui a été choisi est la rédaction d'un guide technique dans le domaine des ouvrages d'art (rénovation du *Bulletin Technique n° 7 sur les ponts construits par encorbellements successifs appelé aussi BT7*).

L'élaboration d'un bulletin technique est une opération classique au CTOA. La rédaction se fait de façon traditionnelle par le travail d'un groupe qui se réunit périodiquement pour échanger des idées, relire les versions successives des documents, et se mettre d'accord sur les recommandations méthodologiques à inclure dans l'ouvrage.

L'expérience pilote groupware devra évidemment conduire au même résultat, mais avec d'autres méthodes, en dégageant des gains qui devront être évalués. D'autre part, en cas de succès, cette opéra-

tion devra servir de modèle aux autres expériences de travail en groupware, au sein de notre Ministère.

Pour résumer, les principaux objectifs de cette opération sont les suivants :

- Vérifier l'adéquation des outils de travail en groupware, pour nos groupes techniques ;
- Evaluer les gains obtenus pour le projet pilote par la mise en place de ces outils ;
- Examiner les conditions de généralisation du processus à d'autres équipes du SETRA et des CETE ;
- Tirer les enseignements de l'expérience et établir un guide méthodologique sur les techniques du groupware adapté à notre métier.

## **Les intervenants**

Cinq groupes ou entités participent au projet :

### **■ Le comité de pilotage :**

Ce groupe est chargé de piloter l'opération Groupware. Il est animé par Gilles Lacoste, Chef du projet groupware.

Ses membres sont les suivants :

- C. Weber, Chef du Centre Informatique Technique et Scientifique du SETRA
- F. Pacquier, Chef du Service Micro-informatique Bureautique et Réseau du CTIS
- Ph. Le Guillou, Mission Internet/Intranet - Service des Applications Techniques sur Micro-ordinateur

Ce groupe supervise également l'action du consultant extérieur.

### **■ Le consultant extérieur :**

Le consultant (Société Main Consultants) doit analyser notre méthode de travail habituelle et vérifier l'adéquation de l'outil de Groupware proposé par le SETRA pour cette expérience. En effet, cet outil a été choisi par le SETRA, pour des raisons de facilité de mise en place, de sécurité d'accès à son réseau informatique et de disponibilité immédiate pour les partenaires du SETRA. Le travail du consultant consiste donc à s'assurer que l'outil comporte les fonctions minimums requises pour l'opération pilote.

D'autre part, cet outil est paramétrable et chacun peut l'adapter à ses besoins et à sa façon de travailler. Le consultant devra donc proposer le mode opératoire de l'outil pour le groupe de travail.

Le consultant suit également le déroulement de l'expérience pilote en liaison avec Gilles Lacoste et conseille l'ensemble des participants aussi bien sur les techniques de travail en groupe que sur l'utilisation de l'outil informatique.

Enfin, le consultant a en charge la rédaction du guide méthodologique qui tire le bilan de l'opération groupware et consigne la démarche à utiliser pour la renouveler.

### **■ Le groupe de travail BT7 :**

L'animateur du groupe BT7 est Daniel Lecointre, Directeur d'Etudes à la Division des Grands Ouvrages (DGO) du SETRA. Les membres du groupe sont issus des DOA des CETE et du SETRA :

— P. Barras	CETE du Sud-Ouest
— D. De Matteis	SETRA
— D. Guillot	CETE de l'Ouest
— V. Ojeda	CETE Méditerranée
— J.-M. Lacombe	SETRA
— P. Pailllusseau	DREIF
— B. Prévost	CETE de l'Est
— J.-M. Reinhardt	CETE de Lyon

Le travail du groupe consiste à réactualiser le Bulletin Technique n° 7 (ou BT7) dont la première édition date de 1972.

### **■ Le SMBR et les Divisions Informatiques des CETE :**

Le Service Micro-informatique Bureautique et Réseau (SMBR) du SETRA et les Divisions Informatiques des CETE ont un rôle d'appui logistique et de conseil aux utilisateurs pour l'opération groupware. Ces deux services assistent les utilisateurs du groupe BT7 en cas de problème d'installation ou de connexion au réseau.

## **L'outil informatique**

L'outil informatique a été choisi par le SMBR. Il s'agit de BSCW Shared Workspace Server développé par GMD. Cet outil est libre d'utilisation sur internet.

Il est implanté sur un serveur au SETRA. Son utilisation à distance requiert un bouton et une adresse internet. Il permet de partager un même espace de travail (ou bureau virtuel) entre membres d'un même groupe.

Cet outil a été choisi au titre de l'expérimentation, principalement en raison des facilités d'installation technique. Ce ne sera pas obligatoirement l'outil préconisé pour les expériences futures.

## **Le déroulement de l'opération**

L'opération a débuté en Juillet par le travail du consultant sur les méthodes d'élaboration de nos guides techniques et sur l'évaluation de l'outil BSCW. Deux rapports ont été établis et ces documents ont été validés par le comité de pilotage.

Une journée de sensibilisation aux techniques du groupware a été organisée le 10 septembre au SETRA. Nos partenaires y ont été largement invités. Cette journée qui a rassemblé 80 personnes avait pour objectif principal d'informer sur les nouvelles techniques de travail en groupe et sur le démarrage de l'opération pilote au SETRA.

Début octobre, après constitution du groupe BT7, une formation de deux jours a été dispensée à tous les participants, afin de les familiariser à l'utilisation de l'outil BSCW et de leur donner des méthodes de travail et des règles d'usage pour le fonctionnement du groupe.

Parallèlement, s'achevait la mise en place de l'outil informatique dans les CETE. Cette phase fut la plus délicate malgré la simplicité de l'outil et le peu de moyens techniques à mettre en œuvre. Il fallait en

effet, avant de démarrer l'opération que tous les participants soient connectés au SETRA. L'hétérogénéité des matériels, des types de réseaux utilisés dans les différents centres, mais aussi la méfiance devant l'ouverture à ces nouvelles techniques de communications ont été autant de freins ou de verrous qu'il a fallu débloquer.

Aussi paradoxal que cela puisse paraître, le travail des membres du groupe BT7 a débuté par une réunion de coordination au SETRA. Cette réunion était indispensable pour discuter du plan général du document, de la répartition du travail et des grandes échéances du projet.

Actuellement, chaque auteur travaille seul ou en petit groupe sur une partie du document, en échangeant avec les autres, documents et idées à travers l'espace virtuel qui a été créé sur le serveur BSCW du SETRA.

## **CONCLUSION**

Une première ébauche du guide méthodologique sur le groupware sera établie en février 1999. Il est évidemment encore trop tôt pour tirer des enseignements de cette opération, mais déjà ce bureau virtuel nous semble être un grand espace de liberté favorisant la communication en s'affranchissant des distances.

Le groupe BT7 se sent investi d'une mission importante sur le plan humain, dans le domaine de la coopération directe à distance. Cette mission est aussi très novatrice sur le plan organisationnel en ce qui con-

cerne la mise au point d'un nouveau processus de travail et des méthodes et techniques associées.

Nous ne manquerons pas de vous tenir informé des suites de cette opération, qui est appelée à se généraliser selon les orientations prises d'ores et déjà par la direction du SETRA. Gageons que si l'expérience est fructueuse, elle sera utilisée aussi bien pour le travail interne de nos services techniques, qu'en direction des nombreux partenaires du SETRA et des CETE.

**G. LACOSTE - M. BARNI - D. LECOINTRE** ■

### **LACOSTE Gilles**

IDTPE - Mission Logiciels  
Techniques  
S.E.T.R.A. - CTOA  
Tel : 01 46 11 32 92

### **BARNI Myriam**

Société MAIN Institute  
Tel : 04 93 18 73 20

### **LECOINTRE Daniel**

Direction Technique DGO  
S.E.T.R.A. - CTOA  
Tel : 01 46 11 32 73

## INFORMATIONS BRÈVES



### ● Formation ENPC dans le domaine des ouvrages d'art MATERIAUX ET PRODUITS

Maîtriser la mise en œuvre des bétons

15 et 16 décembre 98

### CONCEPTION ET REALISATION

Ponts routes à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence : le guide de conception et le logiciel de calcul (Session flash)

3 décembre 98

Concevoir les ponts courants en zone sismique (Session flash)

17 décembre 98

### ENTRETIEN ET REPARATION

Gérer un patrimoine d'ouvrages d'art

8 au 10 décembre 98

### CYCLES INTERNATIONAUX

Conception géotechnique des ouvrages et des routes (Paris)

8 au 26 mars 99

Ouvrages d'Art : dimensionnement, gestion et maintenance (Paris et Aix)

8 au 26 mars 99

- Renseignements et programmes détaillés des stages ENPC : 01 44 58 27 58
- Renseignements concernant les cycles internationaux : 01 44 58 28 28 ou 28 27

### ● Formation CTICM dans le domaine de la construction mixte acier - béton

Stage EC3/7 : Cycle Eurocode 3 : Module 7 : Comportement au feu des structures en acier

15 au 16 décembre 98

Stage 05.40/1: Actions climatiques : Neige

8 décembre 98

Stage 05.40/2 : Actions climatiques : Vent

9 et 10 décembre 98

- Renseignements et programmes détaillés des stages CTICM : Mme Cambois 01 30 85 20 70

### ● Formation CERIB dans le domaine des constructions en béton

Calcul des structures en béton armé selon l'Eurocode 2

8 et 9 février 1999

Journée technique : Les nouveaux bétons

1er semestre 1999

- Renseignements et programmes détaillés des stages CERIB : Mme Castelli ou Mr Davignon 02 37 18 48 00

## BON DE COMMANDE POUR RECEVOIR LES PUBLICATIONS DU CTOA



Retournez votre commande — ou faxez-là — à :

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Bureau de vente des publications • BP 100 - 92225 Bagneux Cedex

Tél. 01 46 11 31 53 - Fax. 01 46 11 33 55

Je désire recevoir \_\_\_\_\_ exemplaires(s) Nom et adresse du demandeur : \_\_\_\_\_

TITRE \_\_\_\_\_

Réf. \_\_\_\_\_

Prix Unitaire \_\_\_\_\_ Prix total \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

Frais d'envoi (à ajouter au montant de la commande) : 15 frs pour toute commande inférieure à 150 frs, 25 frs pour toute commande égale ou supérieure à 150 frs

Mode de règlement (à réception de facture) : chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des recettes du Setra • Virement bancaire : relevé d'identité bancaire (RIB) :

Code banque : 40071 • Code guichet : 92000 • N° de compte : 00001000261 • Clé RIB : 11 • Domiciliation : RGFN Paris Nanterre

## OUVRAGES D'ART CENTRE DES TECHNIQUES D'OUVRAGES D'ART

Ce bulletin de liaison vous intéresse... retournez le formulaire ci-dessous à :

Bulletin de Liaison OUVRAGES D'ART - SETRA Communication

46, Avenue Aristide Briand - BP 100 - 92225 Bagneux Cedex

Nom : \_\_\_\_\_

Service, société : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Désire être destinataire d'un exemplaire du bulletin de liaison OUVRAGES D'ART gratuit



### COMITÉ DE RÉDACTION

#### SETRA:

MM. Biriet, Bouchon, Millan

#### CETE:

M. Grèzes (Bordeaux)

M. Tavakoli (Lyon)

#### DDE :

M. Brazillier (DDE 89)

M. Portier (DDE 13)

M. Bouy (DDE 12)

#### LCP :

M. Godart

#### IGOA :

M. Bois

#### Coordination :

Jocelyne Jacob (Setra-Ctoa)

Tél. : 01 46 11 32 79

Fax. : 01 46 11 34 74

Jacqueline Thirion (Setra-Ctoa)

Tél. : 01 46 11 34 82

#### Réalisation :

Barbary & Courte • Tél. 01 44 50 52 55

www.barbary-courte.com

#### Flashage :

Augustin • Tél. 01 40 36 10 15

#### Impression :

Imprimerie de Montlignon

Tél. 01 47 12 11 44

#### ISSN :

1266-166X

# LE KIOSQUE DU SETRA

## PUBLICATIONS

### Avis technique - Étanchéité

Entrep.	Produit	Date	Validité	Réf.
OFFICE DES ASPHALTES	ALUPHALTE-PONT	07/1998	07/2003	F AT ET 98.04
COLAS S.A.	COLETANCHE OA et OAm	07/1998	07/2003	F AT ET 98.05

**Avis technique - joint de chaussée M65/80**  
 • Réf.F 8879.59 de Mai 98  
**ERRATUM :** Suite à une erreur de mise en page, les dessins des pages 5 et 6/16 ne sont pas en vis-à-vis, ce qui rend plus difficile leur lecture. Nous vous prions de bien vouloir nous en excuser.

Rappel : le prix de chaque avis technique est de 20 frs

## LOGICIELS

### Logiciel PIEU - Calcul de la portance des pieux

Version 1.00

- Réf.L 45E9809 - Prix : 10 000 F

Le logiciel PIEU calcule et vérifie la portance d'un pieu isolé selon les règles du Fascicule 62 titre V du CCTG.

Le calcul du pieu est fait à partir de résultats d'essais pressiométriques ou pénétrométriques.

Les données relatives à ces essais peuvent être introduites directement dans le logiciel, ou importées depuis des fichiers dans différents formats.

### . A paraître . A paraître . A paraître .

- Prévention des pathologies courantes d'ouvrages d'art - Protection contre l'eau

- Guide pour le choix et la conception générale d'un ouvrage de soutènement
- Guide du projeteur
- Répertoire des textes - janvier 1999 - Réf. P2199 - Prix : 70 F

## AUDIOVISUELS

### Construction du Viaduc du VIAUR à Tanus (Aveyron)

Cassette vidéo VHS - Durée : 23 minutes

- Réf.F 9833 - Prix : 150 F

L'ouvrage est situé sur la RN 88, entre Rodez et Albi. Il franchit la profonde vallée de Viaur à proximité d'un célèbre viaduc ferroviaire en arc métallique construit au début du siècle.

Le tablier en béton précontraint a une longueur de 570 mètres. La portée de sa travée principale, 190 mètres, constitue un record de France pour ce type d'ouvrage. Les plus grandes de ses piles ont plus de 100 mètres de hauteur. Ces importantes dimensions ont conduit à prendre des dispositions particulières pour résister aux effets du vent pendant la construction.

## Dernière minute...

Pour la troisième année consécutive, le CTOA a été à l'honneur lors du festival international du film de la construction et du BTP.

### ROC D'OR 98

Série : Travaux-publics-Formation

Le prix a été décerné à Gérard Forquet et Emmanuel Bouchon pour le film "La Construction du Viaduc du VIAUR à Tanus (Aveyron)"

La remise des prix a eu lieu le 15 octobre 1998 au Palais des Congrès à Paris.

