

# Ouvrages D'Art

N° 4 - Juillet 1988

## Sommaire

- |   |    |
|---|----|
| 1• L'esthétique des ponts   | 2  |
| - La sensibilité à la qualité esthétique des ponts                  |    |
| 2• Ouvrages à suivre  | 3  |
| - Concours pour un ouvrage d'art                                    |    |
| - Le rôle et l'organisation d'une maîtrise d'œuvre                  |    |
| - L'exemple du pont de l'île de Ré                                  |    |
| 3• Techniques particulières   | 6  |
| - Hourdis préfabriqué et précontraint d'un ouvrage à ossature mixte |    |
| - De l'acier sur mesures : les tôles profilées en long              |    |
| - Les tas d'âmes plissées   |    |
| 4• Gestion des ouvrages d'art                                       | 10 |
| - Le Club d'échanges et d'expériences sur routes départementales    |    |
| 5• Incidents et réparations   | 12 |
| - La corforation du pont de JARNAC                                  |    |
| 6• Equipements et entretien   | 15 |
| - Les chapes d'étanchéité et les ...                                |    |
| 7• Matériaux  | 18 |
| - Sommes-nous au début de l'ère des bétons à hautes performances    |    |
| 8• Calculs - Informatique   | 18 |
| - PYLOSTAB  |    |
| - Programme de calcul de pieux                                      |    |
| - Club des utilisateurs de l'informatique                           |    |
| 9• Informations brèves  | 19 |
| - Les coulis d'injection  |    |
| - Publications  |    |
| 10• SETRA - Les dernières publications "Ouvrages d'Art"             | 19 |
| 11• Coordonnées des rédacteurs                                      | 20 |

## Editorial

Avec son quatrième numéro mis en forme un an et demi après le premier de la série, le bulletin «Ouvrages d'Art» poursuit sa carrière et il est inutile de souligner son succès. Il correspond à un besoin d'information rapide et condensée dans un domaine spécialisé, ce qui permet la mise au courant des ingénieurs concernés dans le domaine des ponts routiers, sans attendre des publications plus officielles et détaillées.

Il semble que nous arrivions maintenant à un rythme de croisière avec des rubriques assez régulières que nous soulignons :

- ouvrages sortant de l'ordinaire qu'il s'agisse de la conception, du calcul, ou des méthodes de construction ;
- techniques nouvelles soit qu'elles innovent, soit qu'elles constituent un perfectionnement de procédés déjà connus ;
- pathologie, réparation et gestion des ouvrages, sujet qui demeure d'autant plus à l'ordre du jour que l'agressivité des charges et de l'environnement se sont régulièrement accrues ces vingt dernières années ;
- équipements et entretien courant, ce qui ne constitue nullement un domaine secondaire. En effet, les équipements mal conçus ou pour lesquels on a voulu faire des économies sur la qualité tant pour la fourniture que pour l'exécution, conduisent trop souvent à des déboires se traduisant par un remplacement à court délai et des dépenses qui n'ont aucun rapport avec l'économie que l'on avait cru faire au départ ;
- enfin des informations diverses sur les matériaux, la réglementation et les publications en cours ; à ce sujet nous rappelons que la réglementation connaît une phase transitoire, c'est-à-dire que nous nous bornons actuellement à des modifications limitées en attendant la mise au point de textes dans le contexte européen.

Dans le présent bulletin, nous soulignons particulièrement les bétons à haute performance dont l'avenir nous paraît très prometteur. En effet, cette technique n'exige que quelques ajouts (matériaux) et contrôles supplémentaires dont le coût ne devrait se traduire que par des augmentations modérées en cas de banalisation. Or, l'intérêt n'est pas seulement de diminuer les quantités de matériaux grâce à des performances plus élevées (résistance à la compression), mais aussi d'aboutir à des bétons plus compacts présentant un meilleur comportement vis-à-vis des agents agressifs et donc une durabilité accrue.

G. DARPAS



Bulletin de liaison diffusé par le Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art  
du SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES  
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - 92223 BAGNEUX CEDEX - FRANCE  
Tél. (1) 42.31.31.31 - Télécopieur : (1) 42.31.31.69 - Télex : 260763 SETRA BAGNX

L'aspect esthétique des ponts est un sujet dont on parle beaucoup ces derniers temps et qu'on considère de plus en plus dans la conception et la réalisation de ces ouvrages d'art, qu'ils soient exceptionnels ou courants.

Le présent article est le premier d'une série de trois, où j'ai essayé, en m'appuyant sur mon expérience personnelle d'Architecte Conseil Spécialisé dans les projets d'infrastructures routières et autoroutières,

- d'expliquer ce renouveau de sensibilité à l'esthétique des ponts,
- de préciser ce que représente, dans le domaine spécifique des ponts, le concept de la qualité esthétique,
- de proposer les méthodes, par lesquelles on peut espérer l'atteindre.

## Première partie

# *La sensibilité à la qualité esthétique des ponts*

Un pont est avant tout un ouvrage fonctionnel qui permet d'assurer la continuité d'une voie au droit du franchissement d'un obstacle, qu'il soit naturel tels que estuaire, vallée... ou qu'il soit artificiel telles que d'autres voies routières, ferrées, navigables...

La part de la technique est primordiale dans la conception d'un pont qui doit répondre à un certain nombre de contraintes : les contraintes de l'environnement où il est implanté et les contraintes de la voie dont il est le support.

Hormis ces contraintes qui limitent souvent le choix des solutions de structures, les considérations économiques peuvent être un autre critère de décision quand certaines solutions représentent des plus values financières non négligeables.

La qualité esthétique n'est donc pas a priori un élément déterminant dans le choix d'un ouvrage ; or un pont a toujours été appelé communément un "ouvrage d'art".

Anciennement les projets de pont répondaient le plus souvent à cette appellation.

Par la seule bonne application des techniques connues et utilisées à l'époque de leur conception et de leur construction, les ouvrages revêtaient généralement un aspect harmonieux dans leurs formes et leurs proportions.

De plus leurs structures étaient souvent agrémentées d'ornementations qui valorisaient l'aspect purement technique des ouvrages et qui les marquaient du style de leur époque ; tous ces éléments décoratifs étaient conçus et exécutés par des artistes et des artisans hautement qualifiés tels que tailleurs de pierre pour les structures en maçonnerie ou ferronniers pour les composants métalliques.

Cette recherche qualitative était courante dans les grands ponts urbains dont la fonction première d'ouvrage de franchissement, était parfois accompagnée d'un rôle symbolique, religieux ou défensif.



Dans ces circonstances, les plus grands architectes étaient très souvent associés à leur conception et beaucoup de ces ouvrages sont maintenant classés monuments historiques et appartiennent à notre patrimoine national.

Dans les ouvrages plus modestes, ce souci de la qualité esthétique était le fait des maîtres d'oeuvre locaux qui savaient incorporer leur savoir faire et leur touche de sensibilité dans le seul aspect d'un arc brisé ou d'un parapet.



En ce début de siècle, avec la découverte de matériaux nouveaux et l'accroissement des besoins lié au développement des programmes routiers et autoroutiers, les conditions de conception et d'exécution des ouvrages ont évolué; d'autres objectifs sont devenus prioritaires et le souci de la recherche de la qualité esthétique a été quelque peu délaissé.

Avec l'emploi de ces matériaux nouveaux, béton armé et béton précontraint, acier à haute performance, de nouvelles familles de structures sont apparues (ponts à poutres, ponts à voûtes avec encorbellements, arc et béquilles, ...) qui ont donné naissance à des nouvelles images d'ouvrages.

Pour faire face au besoin croissant de réalisations, en nombre et en délai et pour obtenir de meilleurs coûts de production, ces nouvelles structures se sont optimisées et typifiées et les ponts, spécifiquement les ponts courants sont devenus uniformes et banaux, la recherche esthétique se cantonnant essentiellement aux ouvrages implantés dans les sites dits sensibles.

Une réaction à cette situation s'est faite jour, il y a une vingtaine d'années et notamment à l'initiative du SETRA qui conçut un guide esthétique des ouvrages courants "le GUEST 69" dont l'objectif était de sensibiliser les maîtres d'œuvre à l'aspect qualitatif des ponts courants types.

Parallèlement à cette démarche, une prise de conscience plus collective s'est développée à la fois auprès des maîtres d'ouvrage qui commanditent les ouvrages et les maîtres d'œuvre qui les réalisent.

A la faveur des nouvelles procédures d'information et de consultations mises en place, études d'impact et enquêtes d'utilité publique, les projets sont devenus davantage officiels et chacun -individuellement, en association ou par l'intermédiaire des élus- peut en prendre connaissance et exprimer son opinion. Cette nouvelle situation a donc incité les maîtres d'ouvrage à demander aux concepteurs de ces projets de s'intéresser plus activement à leur qualité.

Les maîtres d'œuvre d'autre part se sont personnellement sensibilisés à ce souci de la recherche qualitative :

- soit dans le cadre de leur formation professionnelle et des stages ou journées d'information, de publications ;
- soit dans le cadre de leurs projets, à l'occasion de collaborations de plus en plus fréquentes avec des architectes spécialisés qui ont contribué, au sein d'équipes pluridisciplinaires, à traiter de l'aspect esthétique des ponts.

Tout ce contexte et l'évolution des esprits qui s'y est développé ont été à la base du renouveau de cette prise de conscience.

Ph. FRALEU

## 2

## Ouvrages à suivre

### Concours pour un ouvrage d'art

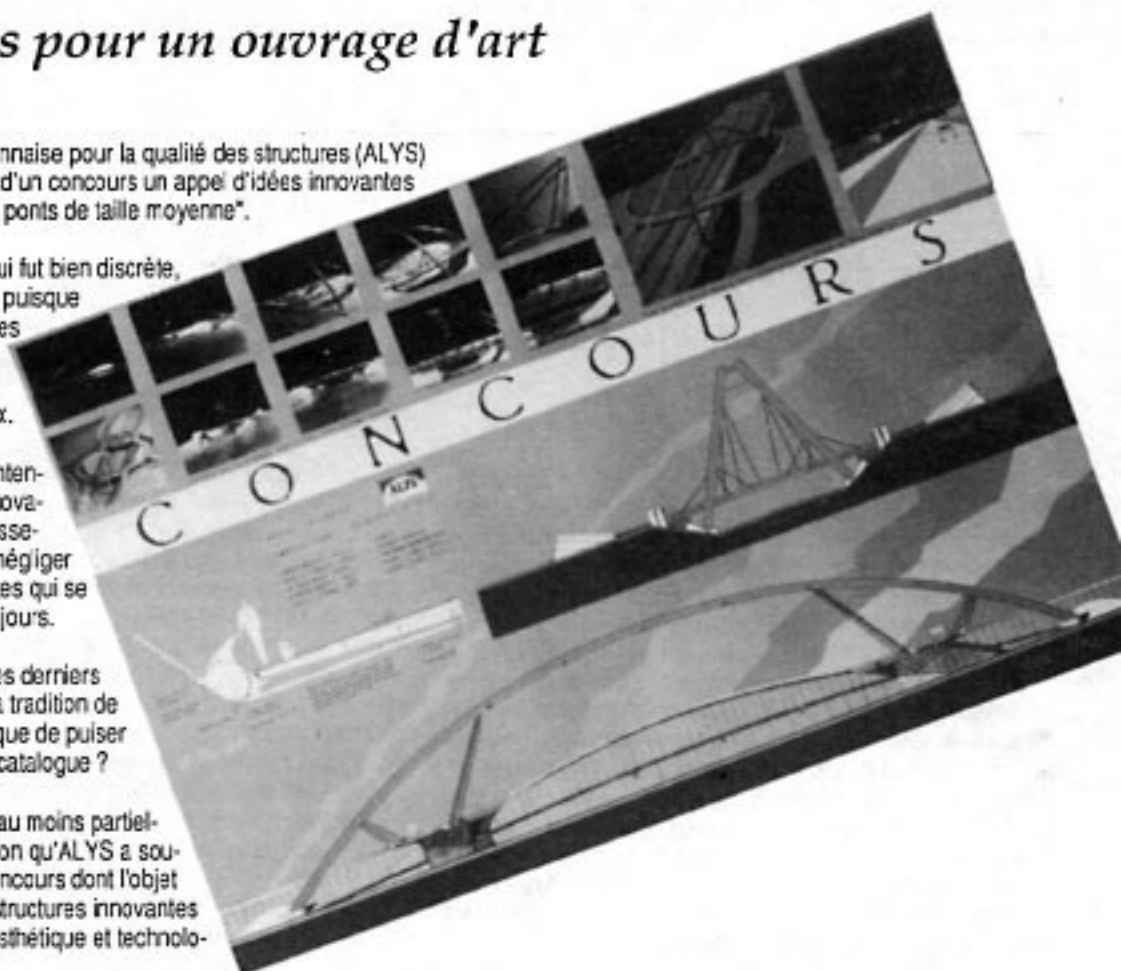
"L'Association Lyonnaise pour la qualité des structures (ALYS) organise sous forme d'un concours un appel d'idées innovantes dans le domaine des ponts de taille moyenne".

Voilà une annonce qui fut bien discrète, confidentielle même, puisque réservée aux membres d'ALYS. Annonce discrète, mais programme ambitieux.

Faut-il en effet se contenter de réserver à l'innovation quelques franchissements importants et négliger les nombreux ouvrages qui se construisent tous les jours.

Ne faut-il pas pour ces derniers aussi renouer avec la tradition de constructeurs plutôt que de puiser sans cesse dans un catalogue ?

C'est pour répondre au moins partiellement à cette question qu'ALYS a souhaité organiser ce concours dont l'objet était de trouver des structures innovantes à la fois sur le plan esthétique et technolo-



gique par l'utilisation de matériaux nouveaux ou par une utilisation nouvelle de matériaux déjà connus.

Afin d'être certain de ne rien perdre du génie créatif qui sommeille au sein d'ALYS, ses adhérents ont été invités à se regrouper en équipes pluridisciplinaires dans lesquelles étaient représentés architectes, bureaux d'études, entreprises et maîtres d'œuvre. Cela permettait que soient regroupées, dès le stade de la conception, toutes les préoccupations des différents intervenants dans la construction d'un pont. Sept équipes ont été constituées.

Le maître d'ouvrage n'a pas été oublié : la D.D.E. du RHONE a été sollicitée pour "prêter" un projet situé sur le futur contournement Est de LYON. Projet lui-même peu banal puisqu'il s'agissait d'un giratoire dénivelé.

Les équipes ont planché pendant plusieurs semaines sur la base d'un programme assez lâche : le principal étant d'assurer les échanges prévus dans le projet initial. Afin de ne pas brimer les imaginations des équipes, il avait été précisé que le critère coût ne serait pas un critère de jugement. Par contre, les plans de l'ouvrage devaient être accompagnés d'une note démontrant que ce dernier était constructible.

Le 10 décembre 1987, le jury présidé par M. MORELON, D.D.E. du RHONE et composé de personnalités du monde des O.A. pouvait se réunir et juger des projets pour accorder les primes modestes mais indispensables.

Le résultat a été à la hauteur des espérances : il ne peut être question de détailler ici la description des solutions proposées. Une plaquette est en cours d'élaboration qui précisera davantage. Il suffit d'évoquer les dalles préfabriquées accrochées à de grands arcs métalliques, le béton haute performance, les bowstrings révolutionnaires, les tubes en matériau composite : résines de polyester armées de fibre de verre, le tunnel en résille de béton armé, le tore en béton précontraint orthogonalement, etc...

Des projets bien grandioses pour de si petits ponts ? Pourquoi pas ? La technicité et le savoir-faire français ne méritent-ils pas de s'exprimer partout ?

Ces projets, en tous cas, méritent d'être connus et dans l'attente de la plaquette, vous pouvez prendre contact avec ALYS.

Ses adhérents ont pour leur part décidé de recommencer l'expérience en 1989.

Ch. LENOIR

*L'Association LYonnaise pour la qualité des Structures ouvrages d'art (ALYS) est une association loi 1901 créée en 1985 qui s'est donnée pour but d'améliorer la qualité des ouvrages d'art et plus particulièrement des ponts.*

*ALYS rassemble des professionnels d'entreprises, de bureaux d'études, d'administrations du département du RHONE.*

*Les adhérents - à titre individuel - répartis en groupe de travail réfléchissent sur des thèmes aussi divers que l'appel d'offres, le jugement technique des offres, le contrôle de la qualité des travaux, l'architecture, les équipements d'ouvrages d'art, la sous-traitance, la fondation, etc...*

*Trois séances plénières offrent chaque année à ses membres l'occasion de se rencontrer et d'échanger des réflexions et des expériences.*

*Pour contacter ALYS, écrire à la Maison des Ingénieurs, 30 rue des Tuilleries, 69008 LYON ou téléphoner à M. AINARDI au 78.62.20.25*

## *Le rôle et l'organisation d'une maîtrise d'œuvre*

### *L'exemple du pont de l'île de Ré*

Dans le n° 1 du bulletin de liaison "Ouvrages d'Art", Gilles CAUSSE vous a rapidement présenté l'équipe études du pont de l'île de Ré. Mon intention, par la présente communication, est d'une part, de vous rappeler les principaux rôles réglementaires du maître d'œuvre, et d'autre part, de vous présenter l'organisation complète de la maîtrise d'œuvre du pont.

Il est certain que la taille de l'ouvrage (3km de long, 45000m<sup>2</sup> de tablier, 375 MF TTC) a justifié des mesures particulières non directement applicables à des ouvrages courants (les principes et l'ensemble des tâches demeurent cependant les mêmes...). Il est certain que le responsable de la maîtrise d'œuvre du pont de l'île de Ré que je suis, ne saurait prétendre maîtriser l'ensemble des aspects scientifiques et techniques nécessaires pour un tel ouvrage. Je me suis efforcé d'en être le chef d'orchestre, ce qui nécessite d'une part, de bien connaître les spécificités et les limites de chaque instrument, de bien choisir les solistes et

surtout de veiller à ce que tout l'orchestre suive la même partition et reste au bon tempo.

Soulignons pour terminer ce préambule, que le rôle du maître d'œuvre est certainement très différent selon la phase de l'opération où l'on se trouve :

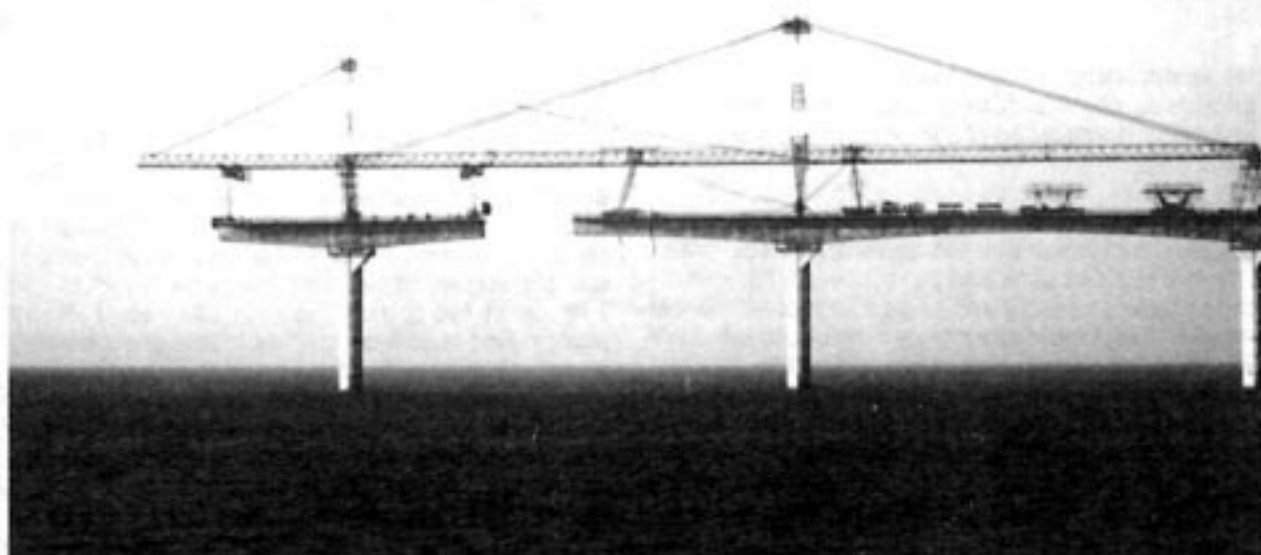
- Etudes préliminaires et affinement du programme.
- Elaboration du programme, du projet technique de base et du DCE. Dans le cas du pont de l'île de Ré, le DCE a comporté une solution de base, pont à voussoirs préfabriqués, deux études servant de référence, soit à une variante à travée centrale haubanée, soit à une variante structure mixte, métal-béton, ainsi que des réflexions sur des solutions à âmes triangulées en béton.
- Analyse technico-financière des offres reçues et proposition de choix au maître d'ouvrage. (24 propositions ; soit 6 bases béton, 1 base métal, 6 bases aménagées béton, 11 variantes

- dont 5 à haubans ; qui ont ainsi été analysées en deux mois et demi).
- Mise au point du marché avec l'entreprise retenue (BOUYGUES dans le cas présent).

- Déroulement du chantier.
- Solde de l'opération et éventuellement contentieux final.

### Première partie

## Le rôle réglementaire du maître d'œuvre



Avant le début de l'opération, nous avons tenu à revenir aux sources que sont notamment :

- Le Code des Marchés Publics,
- Le C.C.A.G. Marchés publics de travaux,
- Le guide à l'intention des maîtres d'ouvrage, et maîtres d'œuvre.

A titre d'exemple, je tiens à la disposition de ceux qui en feront la demande, une analyse du C.C.A.G. relative aux prérogatives de signatures par maître d'ouvrage et maître d'œuvre.

Cette analyse est d'autant plus importante pour un grand chantier pour le compte d'une Collectivité locale, que l'habitude des grands chantiers à maîtrise d'ouvrage Etat conduit parfois à une certaine confusion entre les rôles de maître d'œuvre et maître d'ouvrage.

L'on voit immédiatement, en parcourant le C.C.A.G. que l'un des rôles importants du maître d'œuvre est de bien tenir informé le maître d'ouvrage du déroulement du chantier, afin que ce dernier puisse prendre rapidement les décisions qui lui incombent et qui souvent peuvent se révéler lourdes de conséquences, notamment financières.

A cet effet, pour la réalisation du Pont de l'île de Ré, le mandataire du maître d'ouvrage (SEMDAS) a reçu systématiquement copie de tous les compte-rendus hebdomadaires de réunions de chantier, de tous les ordres de service, de nombreux courriers à l'Entreprise, dont toutes les fiches de visa et tous les mois, la récapitulation des journaux de chantier.

Bien entendu, l'un des rôles importants du maître d'œuvre est le contrôle des projets d'exécution et le visa de tous les plans, notes de calculs, et documents fournis par l'Entreprise.

Dans ce domaine, il est fondamental que l'organisation de la maîtrise d'œuvre permette des visas de qualité dans des délais courts et ce, malgré une éventuelle dispersion géographique.

Il est fondamental que le maître d'œuvre ait bien tous les éléments pour assurer pleinement ses responsabilités techniques, mais qu'il ne s'engage pas au-delà de son rôle réglementaire. Le fascicule 65 du C.C.T.G., doit à ce sujet être bien pris en compte : ainsi par exemple ce n'est pas le rôle du maître d'œuvre que de vérifier l'ensemble des calculs des ouvrages provisoires qui doivent rester de l'entière responsabilité de l'Entreprise, mais par contre, c'est sa responsabilité que de vérifier tous les efforts, en toute configuration, qu'ils induisent sur les ouvrages définitifs.

Outre ce rôle technique, le maître d'œuvre a également un rôle économique fondamental :

- Par la vérification des situations mensuelles : nous avons tenu un délai de vérification par le maître d'œuvre de 5 jours environ, (ce qui nécessitait en fait, une rédaction quasi conjointe avec l'entreprise des éléments de l'état navette) ;
- Par l'élaboration avec l'Entreprise d'échéanciers de paiement, pour faciliter les prévisions de trésorerie du maître d'ouvrage ;
- Par la discussion avec l'Entreprise, sur la base des sous-détails de prix contractuels, afin de déterminer la valeur des prix supplémentaires rendus nécessaires par l'exécution des travaux ;
- Par tous les constats et autres éléments figurant généralement dans les journaux de chantiers, de façon à conserver "la mémoire" du chantier et préserver les intérêts du maître d'ouvrage.

Le contrôle de la qualité des ouvrages (dans notre cas, la bible a été le fascicule 65) est bien entendu également l'un des

rôles importants du maître d'œuvre qui s'ajoutera à cet effet les laboratoires spécialisés compétents. Là, également, il convient de s'en tenir aux textes : par exemple, la réception en usine des câbles de précontrainte, même si elle est intéressante en soit, n'est pas du ressort du maître d'œuvre, mais de l'entreprise et de son fournisseur. Sur le chantier du Pont de l'île de Ré, l'ensemble des contrôles tels que prévus au fascicule 65 du C.C.T.G. a fonctionné, à savoir :

- contrôle interne à la chaîne de production (chantier et hiérarchie correspondante) ;
- contrôle externe de qualité, (1 ou 2 ingénieurs dépendant directement de la Direction Scientifique de l'entreprise ont été présents sur le chantier jusqu'en fin de pose) ;
- contrôle extérieur, assuré par le maître d'œuvre avec l'assistance du laboratoire de chantier et des organismes de contrôle.

Même en cas de contrôles externes assurés par l'Entreprise, les fonctions du contrôle extérieur de qualité demeurent identiques et tout aussi fondamentales pour la qualité finale et à long terme de l'ouvrage.

Un autre rôle important du maître d'œuvre, sans doute souvent trop peu pris en compte dans son organisation est celui relatif à l'hygiène et à la sécurité, aussi bien au niveau de l'examen des plans d'hygiène et de sécurité en cours de chantier que, dès l'appel d'offres, dans l'élaboration de la notice d'hygiène et de sécurité et pour les grosses opérations du règlement prévisionnel de fonctionnement du Comité Interentreprise d'hygiène et de sécurité (C.I.H.S.) qui sera amené à harmoniser les P.H.S. de toutes les entreprises intervenantes et dont le maître d'œuvre est de droit le président (loi 76-1106 et décrets d'application du 9 Juin 1977 et 16 Août 1977).



En conclusion à ce chapitre, je soulignerai à nouveau à quel point une bonne maîtrise d'œuvre se prépare dès l'appel d'offres et même plus, dès le projet technique. Sans projet technique de qualité et sans marché bien structuré, sans contradictions internes, définissant bien les prix unitaires et les prestations correspondantes, fournissant clairement les sous-détails des principaux prix, et spécifiant clairement les niveaux de qualité requis, il ne saurait être possible d'assumer une maîtrise d'œuvre efficace. Il me paraît à cet effet fondamental que la personne responsable de la maîtrise d'œuvre d'un projet dirige personnellement la mise au point du marché, aussi bien au niveau du C.C.T.P. que du C.C.A.P. (en particulier clauses d'intempéries à bien préciser en accord avec l'entreprise, planning des études à affiner avec le bureau d'études choisi etc...).

P. SCHERRER

## 3

## Techniques particulières

### *Hourdis préfabriqué et précontraint d'un ouvrage à ossature mixte*

Sur la Section MASQUE/FEYRUIS, l'Autoroute A51 du Val de Durance franchit la voie ferrée Grenoble/Marseille au droit de la commune de Lurs au moyen d'un pont mixte constitué de deux tabliers.

Le premier tablier à construire (tablier Ouest) comporte 4 travées dissymétriques (36,16 + 63,20 + 55,24 + 32,14 m) de longueur totale 186,81 m se développant en plan suivant un cercle de rayon 1200 m, coupant les appuis à angle droit. Sa largeur utile est de 8,50 m.

L'ouvrage a été dévolu avec un hourdis classique en béton armé coulé en place. La durée d'exécution des deux hourdis estimée à 2x3 mois par l'Entreprise ne permettait pas de respecter le délai contractuel de mise en service, compte tenu de la date du démarrage des travaux liée aux travaux de terrassements. L'Entreprise a alors pensé utiliser son expérience de la préfabrication dans les bâtiments, d'où l'idée de préfabriquer le hourdis par éléments facilement manipulables et d'assurer la continuité

mécanique par une précontrainte longitudinale. Cette variante permettait de réduire la durée d'exécution de 2 x 1 mois et était compatible avec le délai.

La technique prévue n'ayant jamais été expérimentée en France, les seules applications connues se situant aux U.S.A., l'aide du SETRA a été demandée et acquise pour définir les bases du calcul et les principales dispositions technologiques.

Le hourdis est préfabriqué sur chantier par éléments de 2,50 m, équipés de clés de contact et de lumières au droit des connecteurs de l'ossature métallique. Ces éléments seront mis en place suivant le schéma suivant s'apparentant à la construction par encorbellement :

- Pose de 9 éléments disposés symétriquement sur chaque appui intermédiaire, en commençant par l'appui central, et assemblés par une précontrainte de "fléau" ;
- Pose des éléments de liaison entre les trois "fléaux", et les extrémités du tablier ;

- Bêtonnage en place des abouts du tablier équipés en sous face de quatre bossages destinés à la précontrainte additionnelle, et des deux zones de clavage prévues pour réduire les inévitables défauts géométriques dus en particulier à la courbure du tablier ;
- Mise en oeuvre de la précontrainte de continuité ancrée aux abouts du tablier dans l'épaisseur du hourdis ;
- Bêtonnage des lumières pour assurer la liaison avec l'ossature métallique.

Les calculs de la précontrainte sont en cours de mise au point.

Le calcul de l'Entreprise est établi à partir des efforts dans le hourdis donnés par le programme CMC du SETRA prenant en compte un hourdis en béton armé. La précontrainte est déterminée pour annuler les tractions dans le hourdis développées par les superstructures et les surcharges à l'ELS et en tenant compte du retrait-fluage.

Le calcul de l'Entreprise est contrôlé par un calcul scientifique du SETRA prenant en compte la totalité des phases d'exécution, au moyen du programme PCP.

En l'état actuel de l'étude, l'économie de la variante est caractérisée par une réduction de poids de l'ossature métallique due

à l'augmentation d'inertie de l'ossature mixte sur appuis résultant de la non fissuration du béton, et des armatures passives.

Le bilan économique établi pour le premier tablier est le suivant :

- Précontrainte - environ 18T(34kg/m <sup>2</sup> ) soit	+ 500.000 FHT
- Gain de poids :	
• de l'ossature métallique - environ 57T(36kg/m <sup>2</sup> ) soit	- 500.000 FHT
• des armatures passives - environ 54T(102kg/m <sup>2</sup> ) soit	- 300.000 FHT
TOTAL	- 300.000 FHT

Pour les deux tabliers, l'économie peut être estimée à environ 450 000 FHT compte tenu des frais d'études supplémentaires. En fin de chantier, un bilan technico-financier sera fait avec l'Entreprise pour juger de la variante.

Les intervenants dans l'opération sont :

- ESCOTA - Le Maître d'ouvrage
- SCETAUROUTE - SUD EST - Le Maître d'œuvre
- L'entreprise COLOMBERO et son sous-traitant métal l'Entreprise SCHMID
- Le responsable études de l'Entreprise : M. DEMARET
- Le SETRA : MM. CAUSSE et BERTHELLEMY

J. BUFFA

## De l'acier sur mesures : les tôles profilées en long

Depuis que l'on construit des ponts métalliques on peut imaginer que le rêve de tout projeteur a été d'adapter la section de métal mis en oeuvre aux sollicitations prises en compte.

Cette adaptation a, dans les premiers temps, été réalisée par un empilement de tôles d'épaisseur modeste (jusqu'à 15 mm) assemblées par rivetage. Pratique dans son principe, cette solution rencontrait des limitations lors du rabotage de tronçons d'ouvrages où une augmentation du nombre des semelles entraînait une multiplication du nombre des couvre-joints et rendait ainsi rapidement le problème inextricable.

Peu à peu la soudure a remplacé le rivetage mais le principe a été conservé, avec l'avantage de la disparition des couvre-joints, ce qui constituait une simplification notable. Il subsistait néanmoins un certain kilométrage de soudures d'angle destinées à assurer la liaison, entre elles, des semelles sur toute leur longueur.

Puis l'épaisseur des produits mis en oeuvre a progressivement augmenté de telle sorte qu'aujourd'hui on ne rencontre plus, en règle générale, que des membrures constituées d'une seule semelle de forte épaisseur pouvant atteindre, voire dépasser 150 mm.

L'adaptation aux sollicitations se fait alors par rabotage de tôles d'épaisseurs différentes; le raccordement, au niveau du joint, se fait alors grâce à un débardage de la tôle la plus épaisse.

Le progrès est sensible puisque les cordons d'angle ont disparu et que seule subsiste une soudure bout à bout en pleine section.

Ainsi peu à peu se rapproche-t-on de la ligne idéale sans toutefois aboutir à la perfection. Quels qu'aient été les progrès, deux inconvénients subsistent :

- le nombre de joints de rabotage ne peut être multiplié à l'infini et l'adaptation de section ne peut donc se faire qu'en escalier avec une "perte" de métal.
- les caractéristiques mécaniques des aciers, garanties par les normes sont fonction des épaisseurs, réparties par classes. Le projeteur doit donc, dans la mesure où une frontière de classe est franchie, tenir compte au droit des joints d'une discontinuité des caractéristiques du métal.

Sans prétendre que tous les problèmes sont résolus il existe à ce jour une solution, "les tôles profilées en long" ou tôles à épaisseur variable. Ce produit nouveau est le fruit d'un harmonieux mariage à trois : hydraulique, électronique et informatique. En effet, l'épaisseur des tôles étant fonction de l'écartement des cylindres des laminoirs, il "suffisait" de parvenir à asservir l'écartement de ceux-ci à la vitesse de défilement de la tôle suivant une loi prédéterminée. Derrière cette apparente simplicité, se cachent en fait un certain nombre de problèmes métallurgiques et technologiques, suffisamment bien résolus à ce jour pour faire des tôles profilées en long un produit industriel fiable comptant près d'une dizaine d'applications dans le domaine des ouvrages d'art, réalisés en France et en République Fédérale d'Allemagne.

Laissant de côté toute satisfaction d'ordre intellectuel, l'intérêt économique de l'utilisation de tels produits présente deux aspects :

- économie sur le matériau : bien que le prix à la tonne soit légèrement supérieur, en raison du risque industriel, cette économie existe en raison du gain de poids d'acier mis en

oeuvre. Ce dernier peut, d'après les constats réalisés sur trois ouvrages, être évalué à 6 % par rapport à une solution classique ;

- économie à la mise en oeuvre par réduction du nombre de joints soudés. Ainsi sur un ouvrage, le nombre de joints de rabotage a-t-il pu être réduit de 5 à 3 et 1 respectivement pour les semelles inférieure et supérieure.

Si l'on cumule les deux avantages, l'économie d'ensemble, rapportée au seul coût de réalisation des membrures pourrait atteindre 20 %. L'intérêt du produit est donc tel qu'il a justifié la rédaction d'une norme expérimentale la NF A35.270 destinée à fixer les limites de fabrication, les caractéristiques mécaniques des produits ainsi que les modalités de contrôle de ces dernières.

## Les limites

A l'heure actuelle, l'obtention de tôles profilées en long est limitée, pour des raisons métallurgiques, aux aciers ayant subi un traitement de normalisation; sont donc exclues les nuances du type trempé et revenu ainsi que les tôles dont les caractéristiques sont obtenues par laminage contrôlé.

Sur le plan géométrique les limites suivantes sont fixées :

Épaisseur minimale	10 mm
Pente maximale	5 mm/m
Variation maximale d'épaisseur	50 mm
Longueur minimale d'un segment	600 mm
Nombre maximal de segments	6

Diverses formes peuvent être obtenues : en coin simple, en coin brisé, en chapeau chinois, en chapeau de gendarme, en diabol.... (voir figure). En toute rigueur, rien n'empêcherait d'obtenir une variation d'épaisseur répondant à une formulation mathématique quelconque, mais ceci est du domaine de la maîtrise du processus industriel... et peut être de l'avenir.

## Les caractéristiques mécaniques et leurs modalités de contrôle

S'agissant d'un matériau dont l'épaisseur varie en continu, il fallait s'affranchir des limites en escalier prévues dans les normes de produits classiques et rechercher une formulation tenant compte des phénomènes physiques mis en jeu au cours de la fabrication. Ceci conduit à retenir une variation non seulement de la limite d'élasticité, mais également de la charge de rupture, différant ainsi des errements actuels.

En effet, si les normes relatives aux aciers de construction prévoient bien une variation de la limite d'élasticité en fonction de l'épaisseur, en revanche la charge de rupture doit être comprise entre deux valeurs, constantes quelle que soit l'épaisseur. L'une des conséquences de cette disposition est une discontinuité d'analyse chimique, concernant la teneur en carbone en particulier, à partir de 30 ou 35 mm d'épaisseur suivant la norme concernée. A l'évidence ceci ne pouvait être conservé pour les tôles profilées en long, personne n'ayant encore trouvé le moyen de faire varier la composition chimique d'un acier dans une même tôle !!

En conséquence, les deux formules suivantes ont été adoptées, respectivement pour la limite d'élasticité et la charge de rupture

$$R_e (e) = R_e (e \text{ réf}) - 70 \lg \frac{e}{e \text{ réf}}$$

$$R_m (e) = R_m (e \text{ réf}) - 40 \lg \frac{e}{e \text{ réf}}$$

Les valeurs de  $R_e$  et  $R_m$  sont exprimées en  $N/mm^2$  et les épaisseurs de référence sont fixées respectivement à :

- 30 mm pour les aciers de limite d'élasticité inférieure à  $355 N/mm^2$
- 35 mm pour les aciers de limite d'élasticité égale ou supérieure à  $355 N/mm^2$

Ces formules sont en bon accord avec les exploitations statistiques de résultats de diverses usines et présentent une fiabilité très satisfaisante vis-à-vis du procédé de fabrication.

Le choix des épaisseurs de référence a été effectué de façon à privilégier la composition chimique la plus favorable vis-à-vis de la soudabilité, c'est-à-dire la plus basse teneur en carbone. Il en résulte, pour les fortes épaisseurs des valeurs de caractéristiques mécaniques légèrement plus faibles que les valeurs actuelles, mais il a semblé préférable de favoriser la mise en oeuvre plutôt que les performances.

Reste la question du contrôle des caractéristiques mécaniques. Celui-ci se faisant normalement par prélèvement d'échantillons à une extrémité de la tôle, il semblait souhaitable de choisir l'extrémité la plus épaisse, là où les caractéristiques sont les plus faibles.

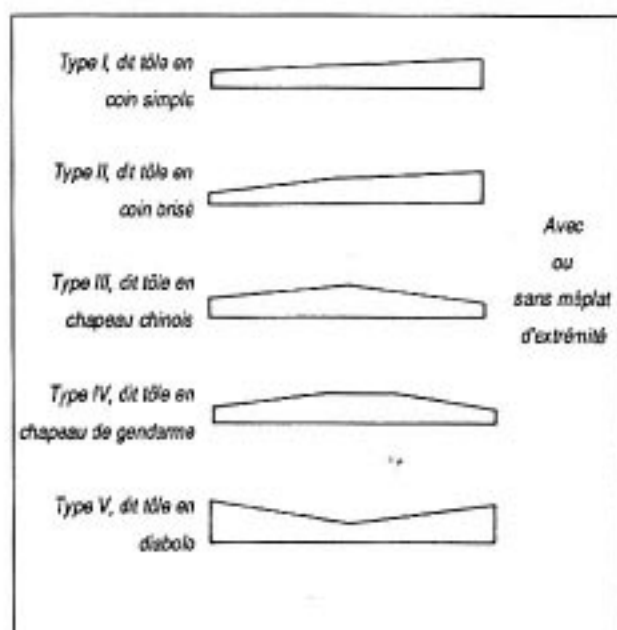
Mais alors quid des tôles en chapeau où la plus forte épaisseur est centrale ?

Le constat de la bonne fiabilité des formules exposées plus haut, allié à un souci d'économie a conduit à considérer comme normales des modalités de contrôle prévoyant un prélèvement pour essais à l'extrémité la plus mince accessible du produit; d'autres dispositions peuvent cependant être prévues par convention particulière à la commande.

## Conclusion

Maillon supplémentaire permettant de faire progresser les ouvrages d'art métalliques, les tôles profilées en long dont la première utilisation date de 1933 constituent une innovation discrète mais néanmoins réelle. Il reste à souligner que sans l'évolution de la conception vers une plus grande simplicité des structures et sans la puissance actuelle des moyens de calcul qui permettent d'introduire, sans problème majeur, la variation de caractéristiques mécaniques en tout point de la structure, ce produit nouveau, à propos duquel un premier brevet avait été pris en 1881 aurait pu, cent ans plus tard, rester encore sans lendemain.

J.P. GOURMELON





## Les tas d'âmes plissées

L'idée de CAMPENON BERNARD d'utiliser des tôles plissées pour constituer les âmes de ponts remonte à 1975. Elle revient à Pierre THIVANS dans sa recherche de structures de grandes portées permettant de limiter le poids propre des tabliers en béton précontraint ou le raidissage coûteux des âmes métalliques de grande hauteur. Très schématiquement, les âmes plissées résistent aux efforts de cisaillement et se dérobent aux efforts de compression en laissant cette fonction aux hourdis.

Dès 1982, à l'issue de calculs théoriques généraux, CAMPENON BERNARD BTP entreprend dans son centre expérimental d'Asnières et avec l'aide de l'ANVAR et du Ministère de la Recherche, des études et essais sur des panneaux isolés puis sur une poutre caisson sollicitée de différentes façons par précontrainte.

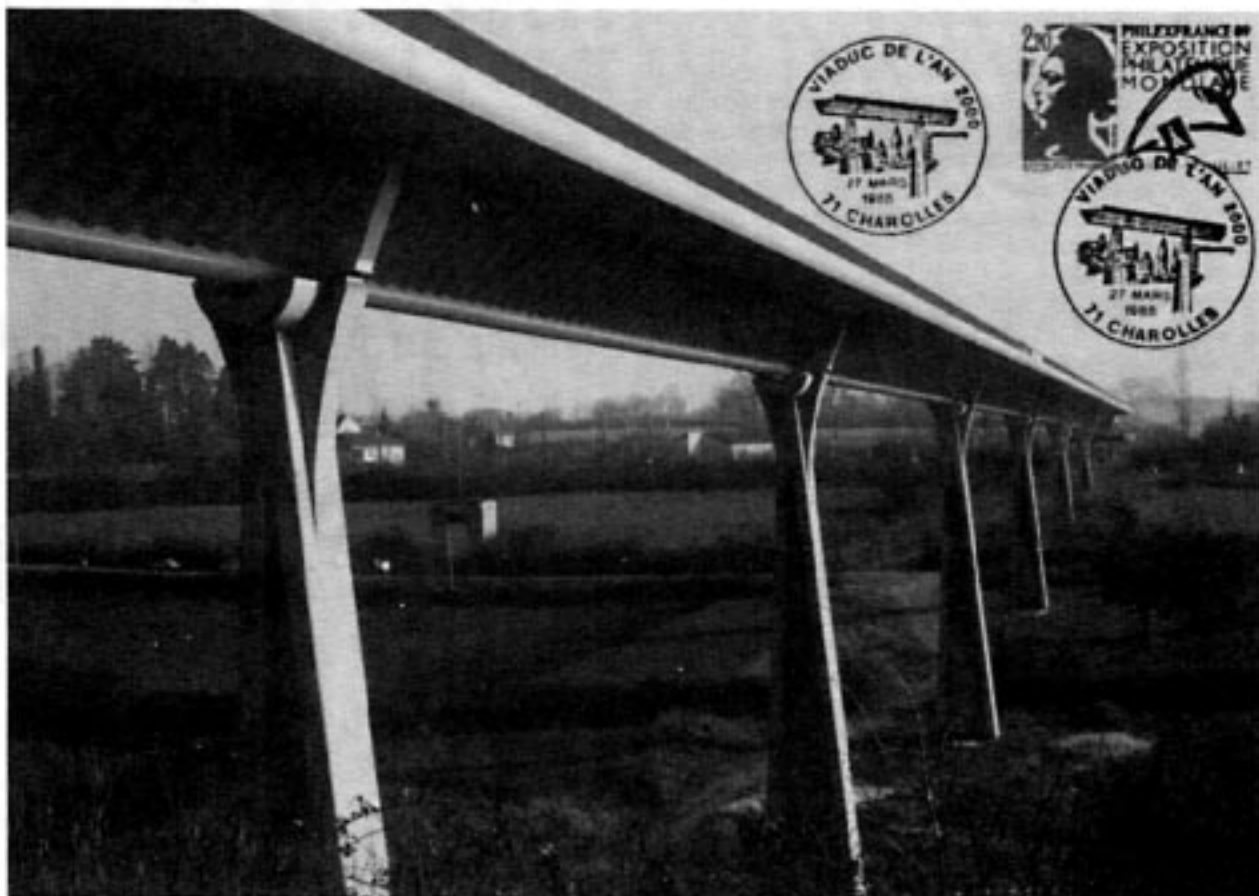
En 1983, la Direction des Routes, avec l'assistance technique

du SETRA confié par marché négocié à l'entreprise la réalisation d'un ouvrage expérimental : le pont de COGNAC.

En 1984, suite à un appel d'offres sur structures innovantes, CAMPENON BERNARD BTP se voit confier la réalisation du viaduc de MAUPRE à CHAROLLES.

En 1988, dans le cadre de la desserte du futur parc de loisirs "ASTERIX" à PLAILLY dans l'Oise, c'est le franchissement de l'autoroute A 1 sans appui sur terre-plein central qui sera réalisé et mis en place avec une gêne minimale de l'exploitation de l'autoroute.

Les deux premiers ouvrages ont fait l'objet de nombreuses publications, notamment dans les Annales de l'ITBTP n° 458 et 459 à l'occasion de la journée d'étude du 28 novembre 1985 sur les structures mixtes métal-béton précontraint.



Viaduc de MAUPRE à CHAROLLES

### Caractéristiques des ouvrages

#### PONT DE COGNAC

D'une longueur de 105 m répartis en trois travées de 31-43-31 m et d'une largeur de 10,50 m, il permet à la déviation de COGNAC de franchir la Charente. Le tablier est un caisson de hauteur constante de 2,25 m constitué d'un hourdis supérieur et d'un hourdis inférieur de 0,20 m d'épaisseur reliés par des âmes

métalliques plissées inclinées à 35°. La structure est précontrainte par des câbles extérieurs déviés de 19 T 15 situés à l'intérieur du caisson.

La technique de montage a consisté, sur un cintre général, à assembler en place des tronçons d'âmes de 12 m de longueur, à bétonner le hourdis inférieur puis à couler le hourdis supérieur par plots au moyen de tables coffrantes roulantes.

## VIADUC DE MAUPRE A CHAROLLES

Le viaduc permet à la déviation de CHAROLLES de franchir le vallon de MAUPRE sur une longueur de 325 m, en sept travées d'une longueur variable de 40 à 53 m et sur une largeur de 13,75 m. Le tablier présente une hauteur constante de 3,00 m et sa coupe transversale, très originale, est de forme triangulaire : le hourdis inférieur est remplacé par un tube métallique de 0,60 m de diamètre et reçoit les âmes plissées qui rejoignent le hourdis supérieur sous un angle de 42°. La précontrainte longitudinale est constituée de câbles 19 T 15 déviés, situés à l'intérieur du caisson.

La technique de construction employée est le poussage après assemblage de tronçons de structure métallique, puis bétonnage du hourdis et mise en place des dispositifs de retenue. L'avant-bec est constitué d'une travée de rive sans hourdis comportant une surlongueur du tube inférieur.

## PONT ASTERIX

Formé de deux travées indépendantes de 38,20 m chacune, le pont ASTERIX franchit d'une part les six voies de l'autoroute A 1 et d'autre part une bretelle de l'échangeur entre le parc de loisirs et l'autoroute des emprises concessionnaires.

Sa coupe transversale d'une largeur de 13 m, est constituée d'un hourdis nervuré précontraint transversalement et de deux poutres métalliques sous chaussée de hauteur constante égale à 1,50 m avec âmes plissées sans entretoises intermédiaires. Deux techniques de mise en place seront mises en œuvre :

- au-dessus de la future bretelle : pose des poutres du tablier à l'aide d'une grue,

- au-dessus de l'autoroute A1 : exécution du tablier complet, équipements compris, dans l'axe de l'ouvrage côté culée, puis mise en place de celui-ci à son emplacement définitif par roulement au sol avec interruption de la circulation autoroutière, de quelques heures seulement pendant la nuit.

Avec ces trois exemples complémentaires :

- substitution des âmes béton par des âmes plissées dans les structures en béton précontraint (COGNAC),
- caisson triangulaire en âmes plissées partiellement précontraint (CHAROLLES),
- bipoutre à âmes plissées sans entretoises intermédiaires (ASTERIX),

de nombreuses études ont été conduites et des détails constructifs mis au point sur les âmes plissées.

Afin de stabiliser les hypothèses de calculs, un groupe de travail SETRA-CAMPENON BERNARD BTP vient d'être créé avec pour mission de définir une proposition de règlement de calcul.

A ce stade d'évolution, on peut estimer que les solutions à âmes plissées ont livré une grande partie de leurs mystères et qu'elles perdent de plus en plus leur caractère innovant. Nous sommes persuadés qu'elles constituent des variantes économiques, voire, à brève échéance, des propositions techniques sur solutions de base si les règlements particuliers des appels d'offres permettaient d'étudier de telles propositions... sans état d'âme sur leur recevabilité.

Ch. BOITEAU

# 4

## Gestion des ouvrages d'art

### *Le club d'échange d'expériences sur les routes départementales*

#### Qu'est-ce que le club d'échanges d'expériences sur les routes départementales ?

Le Club est le lieu de rencontre privilégié entre les services techniques des départements, les DDE et le réseau technique (SETRA, CETE, Laboratoires).

Il comprend :

- Un comité de coordination - co-présidé par M. GUY Directeur Général des Services Techniques du Département du PUY DE DOME et M. DE KORSAK Directeur Départemental de l'Équipement de l'ESSONNE - Le secrétariat technique du Comité de Coordination est assuré par la mission d'appui à la décentralisation du SETRA (M. RAY et M. LEVEQUE).
- 12 Clubs régionaux
- Des groupes de travail nationaux dont les thèmes de réflexions actuels sont les suivants :
  - Etudes économiques, comptes et budgets départementaux
  - Barrières de dégel
  - Sécurité des routes départementales
  - Gestion des Ouvrages d'Art
  - Logiciels de banque de données routiers et système d'aide à

la gestion

- Niveaux de services de l'entretien
- Service SVP
- Connaissance du trafic.

#### Qu'est-ce que le groupe de travail "Gestion des ouvrages d'art" ?

Le groupe de travail "Gestion des Ouvrages d'Art" est à l'image du Club, un groupe d'environ 25 personnes représentant pour :

- 20% les services départementaux
- 60% les DDE (Arrondissement et CDOA)
- 20% les services techniques

Il a pour objectif de proposer aux Maîtres d'ouvrage et Maîtres d'œuvre départementaux des Outils de Gestion du patrimoine Ouvrages d'Art souvent délaissé au profit de la route.

Le groupe oriente ses réflexions dans trois directions :

- La Connaissance du patrimoine (inventaire, fichiers, visites et inspections détaillées, archivage)

- La politique de Gestion (stratégie de planification et de programmation, réflexion sur l'entretien préventif, organisation en place des CDOA)
- L'organisation des travaux (spécificité technique des ouvrages d'art, répartition de la maîtrise d'œuvre et de la direction des travaux entre services d'Etat et services du Département, rôle de la maîtrise d'œuvre).

Dans un premier temps, un bilan de l'existant sera établi à partir des sondages adressés à environ 50 Départements et exploités au cours du 1<sup>er</sup> semestre 1988.

Le Groupe se réunit régulièrement au SETRA avec la participation du CTOA.

Ph. CHANARD

## EDOUART, un nouveau logiciel pour la gestion des ouvrages d'art.

A la demande de la Direction des Routes, le SETRA élabore un nouveau logiciel, EDOUART (Exploitation en Département des Ouvrages d'Art), destiné à aider les DDE dans leurs tâches de gestion quotidienne du patrimoine ouvrages d'art.

Le cahier des charges a été défini par un groupe de travail qui comprend, outre le SETRA, les CDOA de quatre DOE : la CHARENTE, l'INDRE et LOIRE, le LOIRET et la HAUTE MARNE. C'est donc un logiciel défini par des gestionnaires d'ouvrages d'art pour les gestionnaires O.A.

### Description d'EDOUART

EDOUART reprend en grande partie les données descriptives des ouvrages d'art, l'un des points forts de FICHCA, tout en introduisant la notion nouvelle de franchissement. Un franchissement, permettant à la route de franchir une brèche, peut comprendre plusieurs ouvrages de structure homogène.

Les données concernant le franchissement sont d'ordre administratif et fonctionnel. Les données techniques, ainsi que les visites et les actions qui en découlent, concernent plutôt les ouvrages.

Il en résulte les écrans de saisie dont quelques exemples sont présentés en Fig.1 et Fig.2. La possibilité d'accéder directement à l'écran voulu permet à l'opérateur, par exemple, pour la partie technique, d'ignorer les écrans concernant les ponts à poutres, s'il doit saisir les données d'une voûte en maçonnerie. Et bien sûr EDOUART récupère les données des fichiers FICHCA.

### Utilisation d'EDOUART

Sur le plan de la gestion quotidienne, des éditions préprogrammées permettent aux gestionnaires :

- de répondre aux divers questionnaires émanant tant de l'Administration Centrale que des élus locaux (inventaires),
- de planifier les visites et les actions,
- d'étudier les itinéraires pour les convicis exceptionnels, avec restitution des gabarits et charges limitées.

Fig.1

Fig.2

Quelques spécimens de ces éditions préprogrammées vous sont montrées en Fig.3. En plus de ces éditions programmées, les gestionnaires peuvent effectuer :

- des sélections multicritères de franchissements,
- des éditions à la carte.

Il est donc aisé d'élaborer et de suivre les différents budgets d'entretien et de réparation des O.A. Toutes les opérations sont grandement facilitées par le niveau ergonomique soigné d'EDOUART (Menu, Fenêtrage, Assistance en ligne ...).

## Informations pratiques

EDOUART fonctionnera sur les micro-ordinateurs de type PI-ROGUE avec au minimum la configuration suivante :

- 640 Ko mémoire centrale,
- 10 Mo mémoire sur disque,
- moniteur couleur (CGA, EGA ou VGA),
- 1 lecteur de disquette format 360 Ko;

\*\*\* EDOUART \*\*\*  
EDITION SÉLECTIONNÉE D'UN FRANCHISSEMENT

PAGE 1  
03/28/88

\*\*\* EDOUART \*\*\*  
EDITION F3 - LISTE DE FRANCHISSEMENT PAR LE CANTON  
Canton de CHATEAU-RENAULT (16)

PAGE 1  
03/28/88

FRANCHISSEMENT  
NOM : VIE (SITE DE VACHOYEZIEUX)  
IDENTIFIANT : 370000 NBRZ 2°OUVRAGE : 1

CONTRAT 1 : CRATEAU-RENAULT (37 043)  
CONTRAT 2 : CRATEAU-RENAULT (37 043)  
GESTIONNAIRE 1 : SUBDIVISION DE CRATEAU-RENAULT (83)  
GESTIONNAIRE 2 : SUBDIVISION DE CRATEAU-RENAULT (83)  
NATURE D'OUVRAGE : STAT  
SUBDIVISION GEO. : SUBDIVISION DE CRATEAU-RENAULT

VOIE	TYPE DE LA VOIE	N°	PK + ABS	DÉBIT	
				KBIT	LARG.
VOIE PORTER LOCALISATION PK	ROUTE NATIONALE	30	8+472	1.30	5.00
VOIE FRANCISE 1	VOIE COMMUNALE	8	+	2.30	4.00
VOIE FRANCISE 2	VOIE COMMUNALE	9999	+	2.30	4.00
VOIE FRANCISE 3	VOIE COMMUNALE	7777	+	2.30	7.00

LONGUEUR DE LA BRÈCHE : 4 M  
NOMBRE DE VOIES : 1

	TYPE	SAZI
Largueur UTILE (m)	11.00	23.00
Larg. de CHAUSSEE (m)	7.00	8.00
STATE (m. sèche)	100	100

COMMENTAIRES : (VOIT ARRÊTÉ)

COUVRAGE N° 0  
NOM :

FAMILLE ?  
MATERIAU : F3 BETON PRÉCONTRAINT PAR FÊLES ADHÉRENTS

LONGUEUR : 31.00 M  
LARGEUR : 12.00 M

LIMITATION DE CHARGE  
DATE : 02/01/92  
P.F.C. :  
BACCIS :

OUVERTURES OU TRAVERSÉES IDENTIFIÉES :

NOM	1	2	3	4	5	6	7	8
PORTER (m)	18.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00

COMMENTAIRES : BLANT

\*\*\* EDOUART \*\*\*  
EDITION F3 - LISTE DE FRANCHISSEMENT PAR LE CANTON  
Canton de CHATEAU-RENAULT (16)

PAGE 1  
03/28/88

\*\*\* EDOUART \*\*\*  
EDITION F3 - LISTE DES VOIES A PRENDRE DANS L'ARRONDISSEMENT DE CHATEAU-RENAULT (16)

PAGE 1  
03/28/88

N°	NOM DE FRANCHISSEMENT	TYPE COMM.	PK DE	PK FIN	TYPE	PK	PK	PK	PK	PK	PK
TYPE DE LA VOIE : IMPASSE COMMUNALE - 02											
01	CHATEAU	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00
TYPE DE LA VOIE : IMPASSE COMMUNALE - 02											
02	CHATEAU	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00
TYPE DE LA VOIE : VOIE COMMUNALE - 02											
03	CHATEAU	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00
TYPE DE LA VOIE : VOIE COMMUNALE - 02											
04	CHATEAU	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Fig.3

La diffusion se fera à partir de septembre 1988, les demandes doivent être adressées au SETRA-CTOA.

Pour d'autres informations, contacter: M. LAM, CTOA, SETRA tél. 42.31.32.42.

LAM HOAI CHAU

# 5

## Incidents et réparations

### La confortation du pont de JARNAC

Le pont de JARNAC permet à la R.N. 141 de franchir le fleuve "La Charente".

C'est un pont en maçonnerie de pierres calcaires comportant cinq arches surbaissées de 13,83 m d'ouverture au niveau des naissances et de 1,85 m de flèche. En rive droite, comme en rive gauche, les arches reposent sur des culées dont les murs de front sont insérés dans les murs de soutènement en retour en pierre formant mur de quai le long de la Charente. Les piles sont soudées au calcaire par l'intermédiaire de massifs de béton de chaux coulés dans des enceintes de palplanches bois.

Avant les derniers travaux, l'ouvrage supportait une chaussée de 7,60 m encadrée par deux trottoirs de 1,55 m de large.

### Un peu d'histoire et genèse de l'affaire

De JARNAC on connaît "le coup" mais pas le pont sur la Charente; et cependant ce n'est pas la première fois que ce pont fait "des histoires", donnant ainsi beaucoup de soucis aux gestionnaires qui avaient la charge jusqu'ici de veiller sur sa santé.

Ce pont a été achevé en novembre 1876 en remplacement d'un pont suspendu en bois.

Il a fait l'objet en 1911-1912 de travaux d'élargissement par réalisation de trottoirs en encorbellement reposant sur des poutres consoles en béton armé traversantes. Des désordres importants sont observés dès 1922. En particulier la pile n°1 (première pile en rivière côté rive gauche, présentait un affaissement de 6 à 7 cm ayant entraîné des fractures importantes dans les voûtes adjacentes). Depuis cette date, l'ouvrage a nécessité des interventions nombreuses pour consolider les appuis, bourrage et colmatage de cavités notamment, dont la plus importante réalisée en 1935 par l'Entreprise BACHY a consisté à injecter le massif de fondation de la pile n°1 avec du coulis de ciment à l'aide de cannes introduites dans des forages (130 m<sup>3</sup> de coulis utilisé).

Depuis le pont de JARNAC était surveillé, la protection de ces massifs de pile entretenue par mise en place de sacs de béton par scaphandrier mais avec une constante interrogation sur son aptitude à résister à des crues importantes de la Charente.

En décembre 1982 se produisit une crue exceptionnelle de la Charente. Les craintes inspirées par les fondations de cet ouvrage motivèrent de procéder :

- à une nouvelle inspection détaillée (janvier 1983),
- à une nouvelle inspection par plongeurs des parties immergées (janvier 1983).

Ces inspections conclurent à la nécessité de placer l'ouvrage sous surveillance renforcée. Les investigations complémentaires effectuées les années suivantes montrèrent que les désordres continuaient à progresser.

Le pont était trop malade pour que l'on puisse le laisser en l'état, il fallait "opérer"...

### Le constat de la situation

La situation pouvait se résumer ainsi :

Par dessous l'ouvrage reposait sur des massifs de fondation encagés dans des enceintes de bois dégradées laissant l'eau pénétrer dans ces massifs. La chaux constituant le liant d'origine avait en grande partie disparu. Des vides existaient. Les enrochements complétés autour des piles par des sacs de béton étaient ces massifs empêchant que le pire n'arrive à ces "grandes boîtes à agrégats mal encagés".

Par dessus, l'élargissement de 1912, constitué de poutres béton armé traversantes amenait des efforts concentrés sur les tympans tout en laissant l'eau s'infiltrer dans les remblais et le corps de voûte, altérant ainsi les maçonneries et délavant les joints. Les trottoirs supportés sur les parties en console de poutres étaient constitués de dalles en béton armé fragiles (certaines s'étaient effondrées localement et avaient dû être réparées). Ces trottoirs étaient loin de pouvoir supporter la roue de 6 T des cinq règlements actuels.

Sur le plan esthétique l'aspect peu réussi de cet élargissement était aggravé par le passage de canalisations fort disgracieuses accrochées aux tympans. Cependant, sous ces "hardes", l'ouvrage gardait l'allure d'une belle réalisation traditionnelle formant une composante importante du site en bonne harmonie avec le bâti environnant.

Ceci nous invitait à nous orienter vers la rénovation plutôt que le remplacement.

Cette rénovation serait conduite en deux étapes. D'abord l'urgent et l'essentiel : réparer et consolider les fondations d'une manière définitive. Ensuite, si cette étape était réussie, rénover les superstructures avec le triple but d'étancher le pont, de résoudre avec discrétion le problème des réseaux et de donner une allure générale digne de l'appellation ouvrage d'art.

Tout ceci en visant un long terme.

### La rénovation des fondations

Le projet de confortation retenu, après concertation avec le SETRA et le CETE de Bordeaux, consistait à réaliser au préalable une reprise des charges de chaque appui en rivière par un système de micropieux du type II ancrés dans le calcaire et scellés dans la maçonnerie. L'injection de ces micropieux permettant par ailleurs le bourrage des vides traversés du massif.

Ensuite on mettait à sec les appuis, par moitié d'ouvrage, à l'aide d'un grand batardeau en palplanches battues et ancrées dans le calcaire. Nous avions obligation de maintenir, et l'écoulement des eaux et la navigation fluviale au droit des travaux. Cette mise à sec permettait de dégager les enrochements autour des piles et de réaliser un radier général en béton connecté aux palplanches servant de rideau parafoûille. On protégeait ainsi l'ouvrage, définitivement, de tout affouillement ultérieur et on redonnait un meilleur débouché au fleuve sous l'ouvrage. Les massifs de fondation étaient ensuite réparés localement et confinés dans une enceinte béton armé fermée en toit par dessus jusqu'au fût de pile et connectés au radier par armatures. Par des cannes laissées en attente à travers l'enceinte en béton armé on réalisait une injection de clavage de coulis de ciment sous faible pression.

Tous ces travaux terminés la partie supérieure des palplanches était recépée au-dessus du radier pour rétablir "la Charente" sous l'ouvrage.

Les travaux ont été réalisés entre le 16 juin 1985 et le 26 septembre 1986, leur coût se décompose comme suit :

Etudes, investigations	150 000 F
Etudes complémentaires, mise au point D.C.E., contrôles	270 000 F
Marché BALINEAU/TEMSOL	4 650 000 F
Signalisation, travaux annexes	350 000 F



## La rénovation des superstructures

L'opération de rénovation des fondations ayant parfaitement réussi on pouvait maintenant s'occuper des superstructures. Le site, l'ouvrage et le contexte local invitaient à faire une rénovation de qualité.

L'objectif fixé était de rétablir une chaussée de 7 m avec une sur largeur de 0,25 m (7,50 m entre bordures) et deux trottoirs de 1,75 m chacun raccordé en rive par un élargissement localisé. L'ensemble des canalisations devant loger sous les trottoirs.

Il était nécessaire de maintenir la circulation sur une file, sans restriction de tonnage, pendant toute la durée des travaux et il fallait que ces travaux aillent vite. Le réaménagement des superstructures a consisté à réaliser une dalle générale en béton armé avec un phasage longitudinal. Les anciens encorbellements en béton armé disgracieux, fragiles et dégradés étaient supprimés mais on conservait la partie intermédiaire des poutres que l'on fit intervenir dans la stabilité au basculement de la première phase par des attaches en acier incorporées au premier demi-tablier. Sous les trottoirs revêtus de pavés béton type « pierre de Charente » ont été ménagés, au-dessus de la dalle, des caniveaux profonds dimensionnés pour loger l'important réseau de canalisations diverses qui empruntent cet ouvrage. Aux extrémités, les caniveaux « plongent » au prix de complications de coffrages, de calcul et de ferrailage de la dalle, mais cette disposition permet de résoudre le problème du raccordement avec le passage en tranchée sous chaussée de l'ensemble des canalisations. Les parties en encorbellement de la dalle ont été coulées sur cintres type LAMBERT appuyés sur des tours reposant sur les avant-becs réalisés lors des travaux de rénovation des fondations (leur forme avait été étudiée pour permettre cette possibilité).

L'aménagement architectural a été particulièrement soigné. Tout d'abord, les raccordements de l'aménagement de l'ouvrage avec les abords ont été traités en tenant compte de la liaison avec murs en retour qui ont été repris sur une certaine longueur, du raccordement des voiries latérales pour améliorer la visibilité aux abords immédiats du pont, du raccordement avec les trottoirs adjacents. Le dessin de la corniche du pont a fait l'objet d'une recherche poussée. Cette corniche fait en effet le lien entre l'ouvrage en pierre de style traditionnel et les équipements qui sont résolument de style contemporain. Sous cette corniche, les tympans en pierre de taille de SIREUIL ont été reconstitués sur une hauteur de 0,80 m environ. Le garde-corps a été traité en panneaux composés d'une lisse acier inox  $\varnothing$  88 mm épaisseur 4 mm et partie centrale à barreaudage vertical en acier peint. L'éclairage est assuré par des lampadaires de forme moderne insérés entre ces panneaux garde-corps.

Cette deuxième phase de travaux a duré du 1er avril au 13 août 1987, son coût a été de :

Etudes, investigations, études complémentaires,	
mise au point D.C.E., contrôle	170 000 F
Intervention architecte	52 000 F
Marché CHANTIERS MODERNES/BALINEAU	3 675 000 F
Signalisation, travaux annexes	450 000 F

## Conclusion

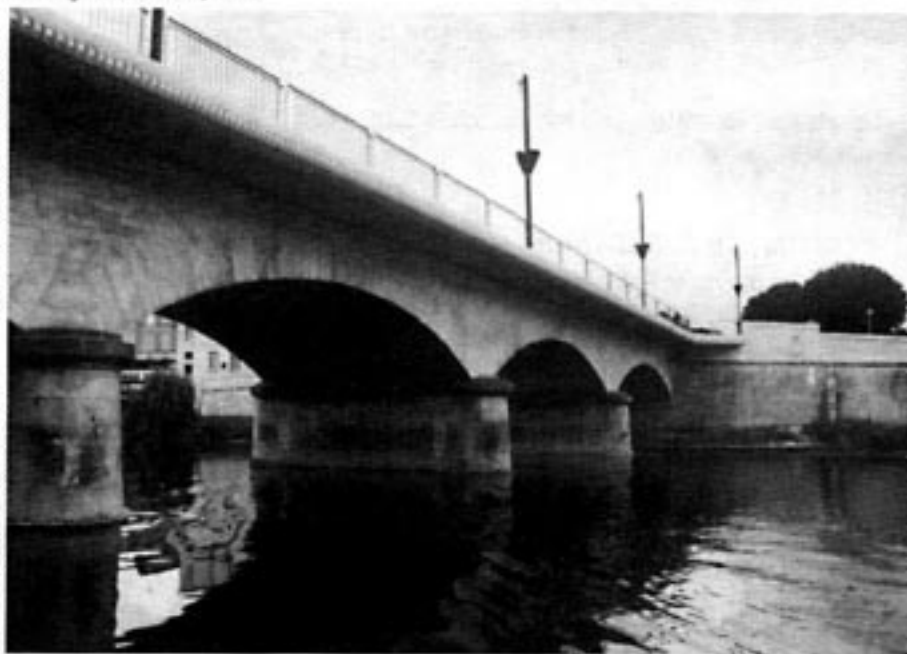
Et si c'était à refaire ?

Eh bien, quoique l'ensemble de l'opération ait coûté au total environ 9,5 MF, soit sensiblement le prix d'un pont neuf de géométrie équivalente; nous referions la même chose. En effet, l'ouvrage ainsi rénové présente à tous les points de vue une sécurité telle que l'on voit mal ce qui pourrait maintenant lui arriver de fâcheux.

Quant à la pérennité, c'est celle des ouvrages en pierre - maintenant bien fondé - et il y a tout lieu de penser que cette pérennité sera nettement plus grande avec moins d'aléas que celle de nos ouvrages contemporains en béton armé, béton précontraint ou métal.

Enfin, argument décisif, JARNAC conserve un ouvrage d'art véritablement digne de ce nom que chacun aura plaisir à contempler qu'il soit piéton, automobiliste ou transporteur. Il est ainsi démontré que l'on peut innover sans détruire le passé mais au contraire en l'adaptant et en le modernisant pour le prolonger et le transmettre aux générations qui viendront après nous.

Nous devons remercier ici l'ensemble des responsables à tous les niveaux qui ont admis d'emblée l'idée de faire solide et bien au lieu de faire du bricolé et du mesquin.



### Maitrise d'Ouvrage :

Etat - Ministère de l'Équipement du logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports

### Maitrise d'Oeuvre :

D.D.E. de la Charente ANGOULEME

### Etudes :

C.E.T.E. du Sud Ouest BORDEAUX

C.D.O.A. de D.D.E. CHARENTE

C.I.C.S. à SAINTE

### Architecte :

A. Spielmann - PARIS

### Entreprises :

Chantiers Modernes - MERIGNAC (33)

Balineau - BORDEAUX (31)

TEMSOL - MERIGNAC (33).

C. BRODU  
J.L. LEDOUX  
G. PEREZ

## Les chapes d'étanchéité et les ...

### ... couches de roulement trop minces

Pour ne pas pénaliser les structures, le souhait du projeteur est de disposer de solution chape/enrobé d'épaisseur minimale : de l'ordre de 4 cm. Si d'un point de vue technique, ceci est parfaitement possible, les expériences réalisées montrent qu'on se heurte à deux difficultés :

- la première est le fini des ouvrages et dans ce domaine, on peut dire, paraphrasant certaine expression historique : que messieurs les constructeurs de ponts commencent par exécuter des ouvrages bien nivelés ! Pourquoi prévoir une couche mince sur un ouvrage fini à ± 3 cm près et qui nécessitera, pour le confort de l'utilisateur, une couche de reprofilage de 0 à 3 cm. Comme, de plus, on ne sait pas à l'avance si l'entreprise "finira" bien l'ouvrage, on voit la difficulté du pari.
- la seconde est liée à la tenue de ces couches minces sur une chape. Si celle-ci est du type film mince adhérent au support, il ya des problèmes d'accrochage à l'interface chape/enrobé. Si elle est du type feuille, la faible épaisseur de la chaussée ne donne pas un écran thermique suffisant ni un poids permettant de s'opposer efficacement à la formation de gonfles. Si, en plus, il n'y a pas de trafic, on voit apparaître un véritable champ de monticules rendant la circulation dangereuse.

Quelques incidents récents sont là pour le démontrer. Pour le moment, donc, une épaisseur mini de 6 à 7 cm paraît nécessaire, sinon suffisante.

### ... essais d'appréciation et d'adhérence pour les chapes par feuilles

La question nous est souvent posée de savoir si telle chape est "homologuée". En fait, le F 67, titre I, n'as pas retenu le principe d'une homologation, mais les produits, pour être acceptés par le Maître d'œuvre, doivent avoir fait l'objet d'essais d'appréciation précisés par le F 67 et dont les résultats sont attestés dans un PV du LCPC.

Vous devez donc EXIGER lors de toute offre, comme le F 67 vous y autorise, la copie de ce PV. L'entreprise est tenue contractuellement de vous fournir ce PV (qui doit avoir moins de 5 ans). Faute de quoi, vous devez refuser la proposition. Le fait qu'un produit ait un PV est une condition nécessaire, mais non suffisante pour avoir une bonne chape. Vous devez, sur ouvrage, procéder à des essais de réception de la livraison dont le but est de vérifier la conformité du produit livré par rapport au produit cité dans le PV.

Par ailleurs, le F 67 n'a pas retenu l'essai d'adhérence en réception de chape par feuille sur ouvrage, ceci pour des raisons de difficultés d'interprétation des résultats en fonction de la température. Cependant, il semblerait de bon aloi de prévoir ces essais qui auront pour effet :

- de sensibiliser l'entreprise à une bonne application, sachant qu'un contrôle sera fait,
- de vérifier la qualité du "collage" au support par un examen de la dispersion des résultats : une faible dispersion signifie un bon travail.

### ... produits de cure

La cure du béton prévue par le F 65 peut consister en une humidification ou en la pose d'un produit créant une pellicule imperméable sur le béton pour s'opposer à l'évaporation. Or cette pellicule, pour être efficace, persiste assez longtemps et, si la préparation du support est insuffisante, il n'y aura pas adhérence de la chape par feuille sur le béton. De trop nombreux incidents ont été observés ces derniers temps. Sur les pastilles des essais d'adhérence (cf paragraphe précédent) on retrouve le produit de cure entre le vernis et le béton avec des valeurs d'adhérences inférieures à 0,2 MPa.

Nous attirons l'attention des Maîtres d'œuvre sur ce point en leur précisant que :

- c'est à l'entreprise du gros œuvre de prendre à sa charge l'enlèvement du produit de cure - F 65, art 36.6.3,
- la dépose ne peut se faire que par des moyens puissants tels que sablage, jet d'eau à haute pression (supérieure à 500 bars) et que la machine rabot ou la brosse sont insuffisantes,
- dans ces conditions, le bilan économique est peut-être finalement favorable à la cure par humidification, à moins de disposer de produit de cure auto-dégradable après un certain temps.

### ... abris pour la mise en œuvre des chapes

L'auteur de cet article tient à la disposition des personnes intéressées une note sur ce sujet : les raisons de l'introduction de cet article dans le F 67, les solutions techniques, les limites, les conditions de l'utilisation de ce moyen.

M. FRAGNET

## Sommes-nous au début de l'ère des bétons à hautes performances ?

### Introduction - Enjeux

Depuis l'apparition des adjuvants fluidifiants, et plus récemment des fumées de silice, il est à présent possible de fabriquer, à peu près partout en France, des bétons de performances "hautes" -  $f_{cm} > 50$  MPa - voire "très hautes" -  $f_{cm} > 80$  MPa. Dans cet article, on se propose de présenter les quelques éléments relatifs à ces matériaux, utiles à l'ingénieur pour établir des avant-projets d'ouvrages. Nous pensons en effet que les connaissances acquises sont maintenant suffisantes pour pouvoir être livrées à la communauté des projeteurs : de l'effort collectif de réflexion et d'imagination émergeront bientôt les ouvrages de demain, comme ce fut le cas dans le passé lors de la naissance d'un nouveau matériau.

### Quelques aspects typiques des bétons HP/THP

La confection de ces bétons requiert des granulats de bonne qualité. Mais l'amélioration graduelle de la "matrice" du béton, par addition de fluidifiant puis, éventuellement, de fumée de silice, permet d'atteindre de hautes résistances même avec des granu-

lats moyens. Les ciments CPA 55 ou HP sont partout disponibles en France, et notre pays produit actuellement environ 40 000 t de fumée de silice, soit un "cube" potentiel d'un million de m<sup>3</sup> de béton HP ou THP contenant ce sous-produit. Par comparaison la consommation française annuelle de béton, pour le secteur des ouvrages d'art, s'évalue entre 1 et 2 millions de m<sup>3</sup>.

La fabrication du matériau peut être conduite dans une centrale de BPE classique, avec des adaptations mineures concernant le temps de malaxage, et l'introduction des adjuvants. Si la consistance obtenue en sortie de malaxeur est généralement très fluide, le maintien de maniabilité du matériau constitue le seul point véritablement délicat lors de la mise en œuvre : en cas de ciment "nerveux", l'usage d'un retardateur empêche le raidissement rapide du béton, avec cependant une diminution des résistances précoces. Après le coulage du béton, une cure soignée s'impose pour les surfaces exposées à l'air, si l'on veut éviter une fissuration par retrait plastique. Quant aux risques de fissuration par gradients thermiques issus de l'échauffement du béton en cours de prise, ils ne sont pas plus élevés que dans le cas des bétons ordinaires.

### Ebauche d'une modélisation

On présente ici les caractéristiques mécaniques de deux matériaux (un béton HP et un béton THP) telles qu'on pourrait les prendre en compte par une modélisation cohérente avec les règlements actuels (BAEL et BPEL). Précisons cependant que ces règlements ne couvrant aujourd'hui que les bétons de résistance inférieure à 40 MPa ; les chiffres de la fig.1 n'engagent donc que les auteurs du présent article.

Pour les problèmes d'adhérence, de résistance aux contraintes tangentielles, de poinçonnement etc..., il semble raisonnable, dans l'état actuel des connaissances, de tabler sur des améliorations des performances proportionnelles à l'accroissement des résistances en traction, ce qui constitue l'hypothèse basse dans la mesure où ce paramètre croît moins vite que la résistance en compression. Les autres dispositions réglementaires - telles que les coefficients de sécurité en service - ne nous paraissent pas, pour le moment, nécessiter de modifications.

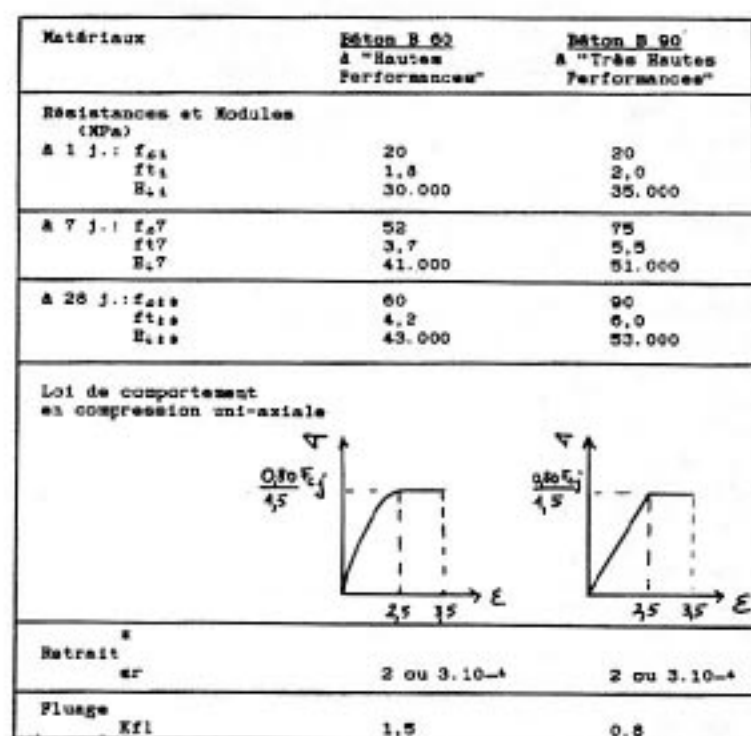


Fig.1

\* Le retrait de ces bétons est plus précoce, et davantage lié au durcissement, alors que le retrait de séchage diminue. Au stade de l'avant-projet, les dispositions réglementaires actuelles donnent une marge de sécurité probablement satisfaisante.



## Aspects économiques

Bien que difficile à appréhender - surtout par des chercheurs de l'administration - ce point ne peut cependant être totalement occulté ; en effet, en cas de comparaison entre une solution classique, et une solution béton HP (ou THP), il faudra bien partir de coûts unitaires pour ces matériaux. Compte tenu :

- du coût des ajouts utilisés dans ces bétons (adjuvants, fumée de silice)
- d'un surcoût forfaitaire lié à l'augmentation du contrôle de qualité, et aux modifications apportées aux schémas classiques de fabrication.

On peut grossièrement estimer l'augmentation du prix HT du m<sup>3</sup> de béton en œuvre à 100 F pour le B 60, et 200 F pour le B 90 (par rapport à un B 35).

## Comment en profiter ?

L'accroissement de compacité, provenant de la diminution du dosage en eau, ne conduit pas seulement à une augmentation des caractéristiques mécaniques du matériau ; sa durabilité est certainement améliorée, comme le montre la plupart des essais accélérés de laboratoire. Ainsi, les Américains envisagent très sérieusement l'usage systématique de béton HP aux fumées de silice dans les hourdis de pont, fréquemment mis à mal par les sels de déverglaçage. La durée de vie escomptée des Ouvrages d'Art, et la disproportion existant entre le surcoût occasionné par l'utilisation d'un béton plus noble d'une part, et les frais de réparation éventuels d'autre part, militent pour des structures en béton HP/TPH.

Il est alors du devoir du projeteur d'imaginer des solutions novatrices, dans lesquelles un béton soumis à de plus fortes contraintes sera employé en quantités moindres, le gain de poids propre occasionnant une diminution des sections d'armatures de précontrainte, et parfois même d'armatures passives. Parmi les structures pouvant utiliser avec profit ces nouveaux matériaux, on peut citer :

- ponts à poutres précontraintes par fils adhérents (diminution du nombre de poutres/augmentation de la gamme de portée)
  - pont à voussoirs construits par encorbellements successifs, pour des portées relativement importantes (cf. étude de L. PLISKIN [3], où une solution en B 60 est proposée pour un tel ouvrage (100 m de portée principale) prévoyant une économie de 50 %, tant sur le béton que sur la précontrainte)
  - ponts-dalles nervurés à précontrainte extérieure (voir le futur Pont de Joigny (Yonne) construit dans le cadre du Projet National "Voies Nouvelles pour le matériau Béton")
  - arcs
  - structures réticulées, telles que le viaduc de Sylans (construit actuellement par l'entreprise Bouygues)
  - ponts à haubans (où la réserve de résistance en compression du tablier peut s'avérer utile près des pylônes)
- etc...

Par ailleurs, il n'est pas absurde d'envisager des utilisations de ces matériaux dans certaines zones, pour lesquelles l'insuffisance du béton classique conduirait à un surdimensionnement général de l'ouvrage. On peut penser aux zones de diffusion des efforts de précontrainte, ou encore aux âmes de certaines poutres aux voisinage des appuis...

En tout état de cause, l'usage de cette nouvelle génération de bétons impliquera pour le projeteur les éléments suivants :

- **conception se rapprochant de celle des ouvrages métalliques** (de par la complexification des formes, et à cause de l'importance accrue des problèmes de déformabilité et d'ins-

tabilés élastiques)

- **usage plus fréquent de la préfabrication** (grâce à l'allègement et à la stabilité dimensionnelle des éléments de structures ainsi qu'au raccourcissement des cycles de fabrication)
- **renforcement de l'intérêt de la précontrainte extérieure**
- **pourcentages d'armatures passives plus importants** (intérêt d'aciers à plus haute limite élastique).

Finalement, l'apparition de ces nouveaux matériaux nous semble constituer une chance pour le concepteur de structures en béton : chance d'exercer sa créativité, tout en accentuant la compétitivité du béton, et en améliorant la qualité des constructions de demain.

## Quelques références

- [1] FOURE B., SOUBRET R., BRONSART O. : Propriétés mécaniques des bétons à hautes résistances - Synthèse - Contrat SETRACBTP OG Phase B, Août 87.
- [2] DE LARRARD F. : Formulation et propriétés des bétons à très hautes performances. Rapport de recherche des Laboratoires des Ponts et Chaussées n° 149, 1988.
- [3] PLISKIN L. : Conceptions nouvelles permises par l'emploi de bétons de hautes performances. Rapport final, contrat MRT n° 85F 0379, Septembre 87.
- [4] Utilization of High-strength concrete. Congrès de Stravanger, Tapir Ed., N-7034 Trondheim (Norvège), Juin 87.

F. DE LARRARD  
Y. MALIER

## PYLOSTAB

Le logiciel PYLOSTAB, effectuant les vérifications de stabilité vis-à-vis du flambement des pylônes de grande hauteur est désormais disponible. Il permet de calculer en trois dimensions la déformée d'une pile isostatique soumise à divers cas de chargement avec en option, suivi graphique simultané.

Il utilise les paquetages CDS pour les calculs et LAD pour les graphiques. Cette première version ne prend pas en compte le fluage ni la précontrainte.

Il est écrit en GENFOR (11000 lignes), entièrement à la norme FORTRAN 77, ce qui lui assure une portabilité sur tout matériel muni d'un compilateur. L'intégration du noyau graphique nécessite le paquetage LAD, disponible actuellement sur PC et compatibles et sur station SUN.

*Philippe BREHMER*

## Programme de calcul de pieux

Le programme de calcul de pieux avec prise en compte des réactions horizontales du sol qui se substitue à PSH, est en phase finale d'élaboration.

Par rapport à son prédécesseur, ses fonctionnalités ont été élargies (calcul en 3 D, géométrie quelconque) ; au niveau algorithmique, il tient compte du comportement plastique du sol. D'autre part un module graphique a été développé à l'aide de LAD. L'exécution est soit séquentielle, soit par langage de commandes (ANALEX).

### caractéristiques :

- codage en GENFOR
- volume de code = 6000 lignes FORTRAN
- module exécutable = 400k minimum sous DOS
- réalisation = 18 mois homme.

*Philippe DORNOY*

## Club des utilisateurs de l'informatique

Nous profitons de la parution de ce numéro pour vous annoncer qu'il existe depuis Janvier 1988 un Club des Utilisateurs de l'Informatique.

Il a pour vocation d'améliorer la communication entre les utilisateurs et les représentants de l'informatique des centres du SETRA. Pour ce faire, la parution du premier bulletin est prévue début juillet. Le nom provisoire de celui-ci est "02-INFORMATIQUE".

Le sommaire du N° 1 comporte les rubriques suivantes :

- Editorial
- Informations par domaine d'activités (Intelligence Artificielle, DAO, CAO, Ouvrages d'Art, Bureautique, Image de Synthèse, etc ...),
- Articles,
- "Rubriques à Brac",
- Questions,
- Courier,
- Minitel,
- Présentation - Réunion - Formation.

Ce bulletin sera disponible au service des publications du CTOA du SETRA - Mme NEUTS, 42.31.32.66

*C. LACARRIERE*

## Les coulis d'injection

La définition des coulis d'injection spéciaux contenue dans le fascicule 65 du CCTG est apparue peu satisfaisante à l'usage. En réalité, telles que les choses sont présentées, il n'existe aucun coulis spécial, puisque aucune fiche d'identification n'a été approuvée par la commission interministérielle de la précontrainte.

Une note d'information a donc été diffusée dernièrement par le SETRA sur le sujet, afin d'informer les praticiens sur la conduite à tenir dans le cas où un coulis ordinaire n'est manifestement pas approprié.

Procurez-vous cette note si elle ne vous est pas parvenue.

### Note d'information N°6

Autorisation d'emploi des coulis pour injection des conduits des unités de précontrainte  
Réf. : F 8826 (gratuit) - document disponible au service des publications du CTOA du SETRA - Mme NEUTS, 42.31.32.66

*G. CAUSSE*

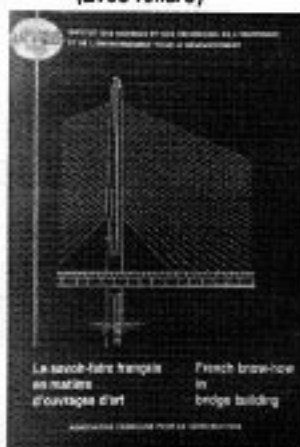
## Publications

### Les techniques de réparation et de renforcement des ouvrages en béton

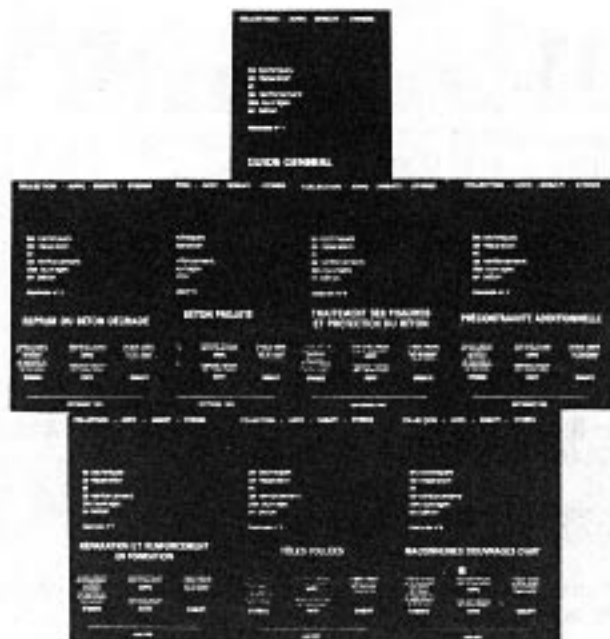
Ces documents disponibles à la SEDIMA, 9 rue La Pérouse, 75784 PARIS CEDEX 16.

Fasc. 1	Guide général	118 F
Fasc. 2	Reprise du béton dégradé	49 F
Fasc. 3	Béton projeté	79 F
Fasc. 4	Traitement des fissures et protection du béton	55 F
Fasc. 5	Précontrainte additionnelle	49 F
Fasc. 6	Tôles collées	63,45 F
Fasc. 7	Réparation et renforcement en fondation	130,55 F
Fasc. 8	Maçonnerie d'ouvrages d'art	76,50 F

Collection complète	(sans reliure)	494 F
	(avec reliure)	560 F



**Le savoir-faire français en matière d'ouvrages d'art**  
Ce livre, édité par l'ISTED et rédigé sous la direction de l'AFPC est destiné à la promotion des entreprises et organismes français auprès des décideurs étrangers. Il sera diffusé largement auprès de ces derniers par l'ISTED et les entreprises qui ont participé à sa publication.



# 10

## SETRA - Les dernières publications "Ouvrages d'Art"

### Joint de chaussées des ponts routes

Éléments de choix, méthodes de pose, entretien et réparation  
Réf. : F 8737 (50 F)

### Joint de chaussée

Pochette contenant 12 Avis techniques

- CIPEC W 50
- CIPEC WOSd 50
- CIPEC Wd 60
- FREYSSINET INT. FT 75
- FREYSSINET INT. FT 30
- FREYSSINET INT. FT 50
- FREYSSINET INT. N 50
- LUMISILICE JEP 3
- LUMISILICE JEP 5
- EUROJOINT THORMAJOINT
- SEMI LOURD III
- LEGER 2

Réf. : F 8873 (100 F)

Chaque avis technique pourra être acheté séparément au prix de 10 F l'unité.

D'autres avis techniques paraîtront ultérieurement.

### Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art.

Deuxième partie - Fascicule 53 - ouvrages de protection  
LCPC/SETRA - Mars 1988 - Réf. : F 8009-16 (30 F)

### Construction des ouvrages d'art - Résultats statistiques 1984

Réf. : P 2084 (60 F)

### Construction des ouvrages d'art - Résultats statistiques 1985

Réf. : P 2085 (60 F)

Ces documents sont disponibles au bureau de vente des publications du SETRA - Tél. 42.31.31.53 et 42.31.31.55