

OUVRAGES D'ART

CENTRE DES TECHNIQUES D'OUVRAGES D'ART



Techniques particulières

- Conception et calcul de la passerelle en arc sur la Rigole d'Hilvern
D. GUILLOT, R. CASTEL, I. ABI NADER page 3



Equipements et entretien

- Les nouveaux procédés d'étanchéité par film mince adhérent au support (FMAS)
M. FRAGNET page 11



Règlementation, calculs

- Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion
Les changements prévus dans le nouveau fascicule 56 du CCTG
C. BINET page 14
- L'amiante dans les ponts, ou comment s'en débarrasser ?
M. FRAGNET page 19
- Une nouvelle version du logiciel CAPT-DCE / OA neufs
D. DE MATTEIS, Y. MEJRIC page 23



Qualité, gestion, organisation

- Mise en place de l'équipe ressources Tranchées Couvertes à la DREIF
H. ABEL, E. HUMBERT page 25

Tribune libre

- Petit essai sur les ponts mégalithiques d'Artannes sur Thouet
J.P. ARLLOT page 26



Informations brèves

- Le passage à l'Euro-norme
M. PRAT page 30
- Conception de la précontrainte extérieure au béton
Projet de circulaire page 32
- Stages page 34
- Carte des couleurs ACQPA page 35



Le kiosque du Setra

- Les dernières publications Ouvrages d'Art page 36

Conception et calcul de la passerelle sur la Rigole d'Hilvern à Saint-Gonnelly



◀◀ Élévation ouvrage terminé.

◀ Vue latérale ouvrage terminé.

1. Généralités

Le Département du Morbihan, Maître d'Ouvrage et Maître d'Œuvre, procède à la réalisation de la RD768 entre BAUD ET LOUDEAC. Elle est aidée dans ces travaux par la CDOA du Morbihan, mise à sa disposition pour assurer la maîtrise d'œuvre des études.

Dans la section comprise entre Pontivy et Loudéac, au droit de Saint-Gonnelly, la RD768, à 2 fois 2 voies de circulation, coupe le tracé de la rigole d'Hilvern dans une zone de forts déblais.

La rigole d'Hilvern est un ouvrage d'alimentation du canal Nantes-Brest. C'est un modeste ruisseau d'une profondeur de 1,0 m environ et d'une largeur de 2,00 m au niveau du plan d'eau.

De fait, on devrait plutôt dire "était" car elle n'est plus en eau depuis fort longtemps. Mais certains, pour des raisons historiques et sentimentales, ne désespèrent pas de la remettre en eau. Un jour ! En fait, son principal attrait actuel sont ses rives qui laissent le passage à une promenade piétonne, cycliste et cavalière longue d'une cinquantaine de kilomètres.

2. Les origines du projet

Le rétablissement piétonnier, cycliste et cavalier aurait pu se faire, moyennant un détour par un ouvrage de rétablissement de voirie départementale franchissant la déviation à quel-

ques centaines de mètres, qui aurait alors dû être aménagé en conséquence.

Cependant l'idée de la remise en eau de la rigole ne s'accommodait pas de cette solution.

Un rétablissement sur place s'imposait donc.

La CDOA de la DDE a alors demandé à l'architecte, Charles LAVIGNE, de plancher sur le problème d'intégration de l'ouvrage dans le paysage. La première idée fut de rétablir la passerelle dans son environnement champêtre et forestier.

L'ouvrage ainsi conçu était un P.O.D. (portique ouvert double) sous forts remblais, (de 3 à 4 mètres). Compte-tenu des pentes des talus, il était alors très large... et fort cher !

Soucieux d'économie, mais désirant néanmoins un ouvrage marquant, le Maître d'œuvre suggéra une autre solution :

Une passerelle, de largeur minimale, dont la structure en arc supporterait un tube métallique horizontal renfermant la rigole et sur lequel reposerait la plate-forme circulaire de 3,00 m de largeur.

L'architecte reprit ses réflexions et conçut les bases de ce qui allait devenir réalité :

- le tablier est constitué d'une structure tubulaire métallique en treillis tridimensionnel triangulaire ceinturant le tube permettant le passage de la rigole ;
- le tablier est suspendu à un arc tubulaire enjambant la déviation et s'appuyant à mi-hauteur des talus de déblais dont les schistes permettent la reprise d'efforts conséquents.

Il ne restait plus au C.E.T.E. qu'à se mettre au travail.

3. La conception

■ 3.1. Prémices

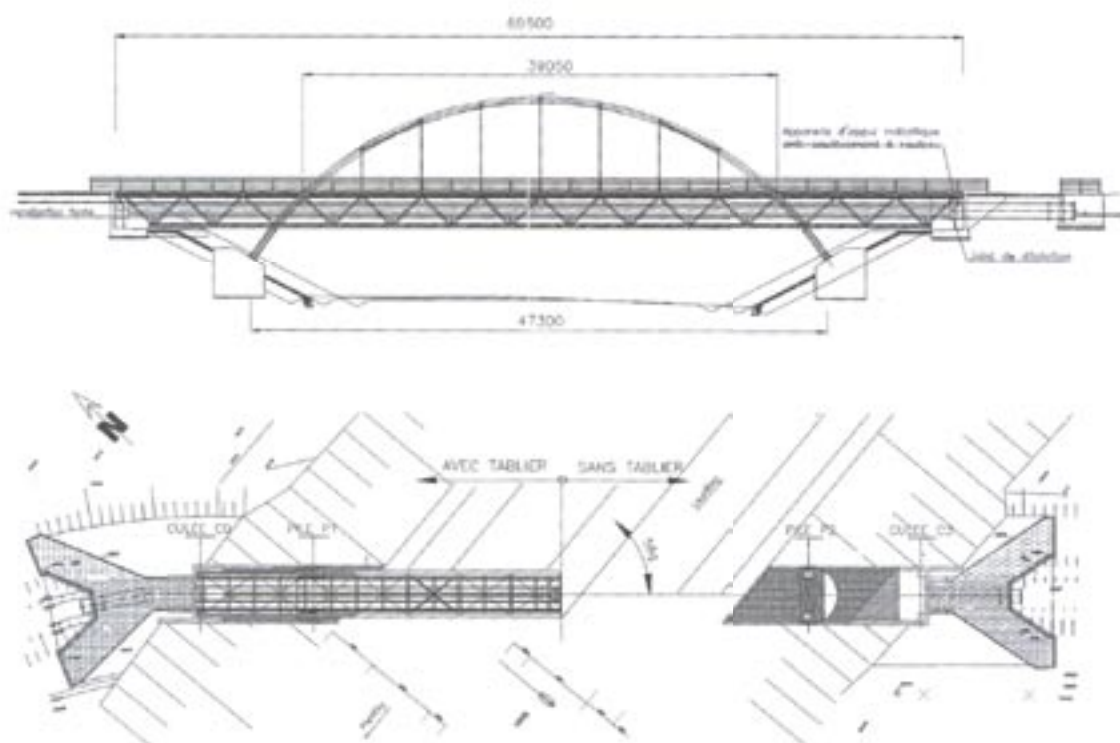
L'architecte avait fourni une élévation et une coupe transversale de principe :

- la continuité de la rigole était assurée par une canalisation de 1 200 mm de diamètre,
- la hauteur du treillis était de 2,40 m,

- la largeur utile de la voirie était de 3,00 m,
- le platelage était en bois, (à la demande du Maître d'œuvre).

Il restait notamment à régler les points suivants :

- le biais de la rigole avec la déviation (50 gr environ),
- les têtes et le raccordement de la rigole à l'ouvrage,
- la réalisation des arcs,
- l'étanchéité du platelage aux gravillons.



■ 3.2. Le biais

Faut-il faire une passerelle comportant des arcs décalés selon le biais, ou non ? Telle était la première question.

Le choix résulta des considérations suivantes :

1. Pour un fonctionnement correct, il est préférable que le treillis soit droit ; les culées doivent ainsi être perpendiculaires au treillis, donc biaisées par rapport à la route.
2. Le treillis doit s'appuyer sur les arcs au droit d'une traverse de la membrure supérieure ; les arcs doivent donc être décalés d'un pas de treillis, ou non décalés.

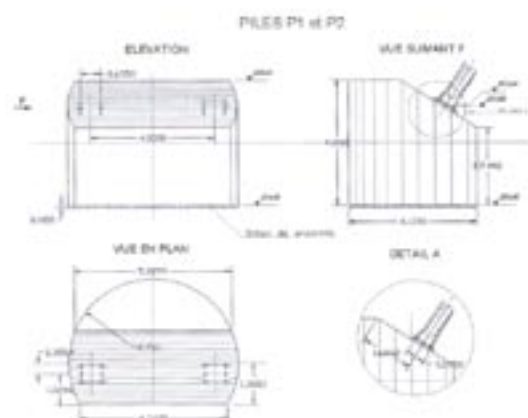
3. Le treillis est suspendu aux arcs ; comment se comportera-t-il si les suspentes d'une même traverse n'ont pas la même rigidité car s'accrochant à des sections d'arc décalées ?

4. Compte tenu du biais important, si les arcs ne sont pas décalés, ils rentrent dans le talus à des hauteurs très différentes avec un impact visuel douteux.

Les trois premiers points ont conduit au rejet des arcs décalés notamment du fait de la non concordance avec la portée des pas de treillis envisagés ; celle-ci, de même que le décalage des arcs selon le biais, ne pouvait être un multiple du pas du treillis.

Restait le problème de la pénétration des arcs dans les talus.

Ce problème fut soumis à l'architecte qui proposa, pour les appuis des arcs, des massifs en cylindre circulaire tronqué.



■ 3.3. Les têtes et la canalisation

Chaque tête comporte en fait deux éléments en béton armé séparés par une plate-forme qui permet une répartition des circulations de part et d'autre de la rigole. (voir vue en plan)

La plate-forme éloigne également la rigole des têtes de talus de déblais et préserve ainsi l'étanchéité de celle-ci.

Les deux éléments en béton armé sont reliés par des tuyaux en fonte de 1 200 mm de diamètre, enterrés.

Sur la passerelle, la canalisation pouvait être soit en fonte soit en acier galvanisé (solution finalement retenue).

Le raccord aux canalisations enterrées se fait par un joint spécifique à chaque extrémité de l'ouvrage.

Dans la passerelle, la canalisation est supportée par des rouleaux appuyés sur la membrure au nœud inférieur du treillis.

Compte tenu de la longueur importante de canalisation, il est prévu une trappe de visite, située au-dessus du terre plein central, et débouchant par une trappe au niveau du cheminement piétonnier.

■ 3.4. La structure

Les dimensions d'ensemble de la structure sont les suivantes :

- Ouverture des arcs aux naissances : 47,30 m
- Rayon de cintrage des arcs : 28,00 m
- Portées du tablier : 15,275 m - 39,05 m - 15,275 m
- Épaisseur du tablier entre axe de membrure : 2,40 m

La structure tubulaire du tablier comporte, pour des raisons esthétiques, des tubes de forte section : pour les membrures le diamètre est égal à 333,9 mm, pour les diagonales le diamètre est égal à 168,3 mm. Les traverses supérieures sont des tubes carrés de dimension 180 x 180 mm.

Pour ne pas paraître trop fluets, compte tenu de ces dimensions, les arcs devaient avoir une épaisseur vue de 500 à 600 mm.

Les "suspentes" sont des tubes de dimension plus modeste, $D=88,9$ mm, mais suffisante pour être vues.

Le tablier étant droit en plan et en élévation, tous les tubes sont droits et la réalisation ne posait pas de problème.

Mais pour les arcs, la solution tubulaire envisagée initialement par souci d'homogénéité a dû être abandonnée.

En France, personne ne savait courber, avec la précision requise, des tubes \varnothing 500 ou 600 mm sur un rayon de 28,00 m.

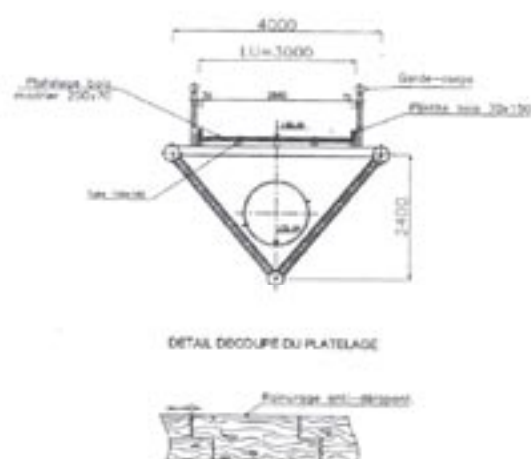
Les fabricants peuvent en effet cintrer des tubes en deçà de 400 mm de diamètre mais au delà, les bâtis de leurs machines à induction limitent le rayon de cintrage à des valeurs inférieures à 10,00 m. Avec 28 mètres de rayon l'expérience était envisageable mais sans garantie de précision quant au rayon donc à l'allure de la passerelle.

Le Maître d'œuvre ne voulant pas d'arc en ligne brisée avec rabouages angulaires, les arcs ont ainsi été conçus en caissons carrés en tôles soudées découpées selon la courbure des arcs. Pour

assurer la résistance à la torsion ils sont raidis par des diaphragmes intérieurs.

■ 3.5. Le platelage

Le platelage en bois doit supporter une charge de 10 KN sur un carré de 0,30 m de côté. Au-dessus de la route, il doit être étanche aux gravillons. Ces conditions ont conduit à un platelage épais de 70 mm au profil représenté sur le dessin de coupe transversale. Il repose sur le tablier par l'intermédiaire de longerons sur lesquels il est boulonné.



4. Les calculs

■ 4.1. Les charges

L'ouvrage porte une piste piétonnière de 3,00 m de largeur utile ouverte aux cyclistes et aux cavaliers avec chevaux tenus par la bride.

Les charges de calcul retenues sont donc :

- les surcharges a(1) du fascicule 61 titre II,
- une roue de 10 KN appliquée sur un carré de 0,30 m de côté. Cette charge est envisagée pour ne pas avoir un platelage fragile au poinçonnement et permettre le passage de chevaux et de véhicules de secours [(réf. 1 et 2),]
- le poids de la canalisation remplie d'eau (ou non) avec un poids volumique de 15 KN/m³,
- le vent de 2000 N/m² défini au fascicule 61 titre II,

– les actions thermiques : [(réf. 3)]

- + 30°C, - 40°C sur l'ensemble de l'ossature,
- ± 5° entre les tubes du tablier et le reste de la structure,
- ± 15° entre les arcs et le reste de la structure,
- ± 25° entre les suspentes et le reste de la structure.

■ 4.2. Les calculs de projet

Les considérations géométriques précédentes ont conduit à un treillis spatial et à des arcs très rigides.

Pour éviter le cloquage, les tubes et les tôles ont été choisis dans des épaisseurs permettant de respecter les caractéristiques des sections de classe 2 de l'Eurocode 3. Les tôles des caissons des arcs, de 500 mm de côté, ont ainsi une épaisseur de 14 mm.

Les calculs de projet ont été menés à l'aide du programme ST1 pour l'étude des différentes combinaisons de charges. Ils ont montré que l'action du vent avait une grande influence compte tenu de l'importance de la surface au vent du tablier et de la canalisation.

Ces calculs ont également montré que les suspentes ne reprenaient que peu d'effort. Elles ont cependant été conservées pour améliorer la rigidité en torsion du treillis spatial du tablier.

La résistance des tubes et de leurs assemblages a été étudiée selon les errements de l'annexe KK de l'Eurocode 3. (ENV 1993-1-1 DAN)

Le flambement d'ensemble a été étudié, toujours par ST1, à l'aide d'un outil d'itération élaboré par Jacques Resplendino, alors au CETE Méditerranée. Ce calcul a montré que l'on était très loin des forces critiques de flambement (cf. BOA n° 32 de juillet 1999, article de Jean Gual et Florent Robert).

Les modes de vibration ont été étudiés avec le programme CESAR du L.C.P.C. sous charges permanentes à vide.

Le premier mode, un balancement latéral, s'obtient pour une fréquence de 3,6 Hz.

► Coupe transversale du platelage

► 1er mode propre de balancement latéral à 3,6 Hz



5. Le D.C.E. et la consultation

■ 5.1. La structure

Le DCE fut réalisé sur les bases établies précédemment au projet et l'ouvrage était ainsi décrit au CCTP :

Culées

Les culées sont constituées d'un sommier qui joue le rôle de semelle de fondation. Elles sont fondées superficiellement dans le terrain naturel. Les parements vus sont en coffrage ouvragé de type "Andante non cassé".

Les culées permettent le passage de la canalisation de 1 200 mm de diamètre.

Piles

Les piles sont constituées d'un cylindre tronqué coulé directement au contact des terres dans sa partie enterrée. Elles sont fondées superficiellement dans le terrain naturel.

Tablier

• Structure de la passerelle

La charpente métallique est constituée d'un tablier en treillis spatial tubulaire, soutenu par deux arcs en caisson reconstitué soudé de forme carrée.

L'ouvrage comporte 3 travées continues, de portées droites, respectivement égales à 15,275 m ; 39,050 m ; 15,275 m.

Le tablier en treillis spatial est constitué de profils creux. Transversalement, il est de forme triangulaire. Les deux membrures supérieures, en tubes ronds de 323,9 mm de diamètre, sont reliées à la membrure inférieure, de même diamètre, par des diagonales, en tubes ronds de 168,3 mm de diamètre, disposées en V.

Les membrures supérieures sont reliées entre elles par des traverses en tubes carrés de 180 mm de côté, à un pas de 2,44 m, moitié de celui des diagonales. Ces traverses supportent des longerons en tubes carrés de 100 mm de côté sur lesquels repose le platelage en bois exotique.

Le tablier est suspendu aux arcs par des tubes de 88,9 mm de diamètre soudés sur les membrures du tablier en partie basse et les arcs en partie haute.

Les arcs sont des caissons carrés de 500 mm de côté en tôles soudées. Le rayon de courbure en élévation est de 28 mètres. Les caissons compor-



◀ Nœud de contreventement à l'appui de l'arc.

tent des diaphragmes au droit des suspentes tubulaires et des membrures supérieures du treillis du tablier. Les arcs sont contreventés au dessus du tablier par des traverses en profil creux rond et deux croix également en profils ronds.

En dessous du tablier, les arcs sont contreventés par des profils creux en croix.

• Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion de la charpente métallique est assurée par peinture sur acier mis à nu, avec un système certifié ACQPA.

Toutes les surfaces sont protégées sauf l'intérieur des tubes de la charpente métallique qui seront bouchés à leurs extrémités.

Toutes les surfaces à traiter sont considérées comme des parties vues.

Platelage

Le platelage de la passerelle est en bois exotique, (Essences : bilinga (ou badi), ipé, iroko ou azobé)¹.

Les planches, disposées transversalement, sont d'un seul tenant. Latéralement, deux plinthes remontent sur 0,15m. Le plancher est usiné pour comporter une face supérieure antidérapante et être opaque, c'est à dire qu'il doit être étanche vis à vis des gravillons et sables d'un diamètre supérieur à 1 mm.

1. Le bilinga et le badi sont des dénominations différentes pour une même essence.

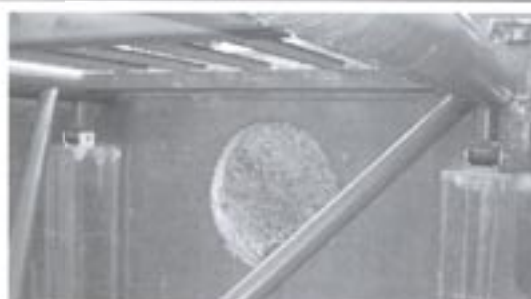
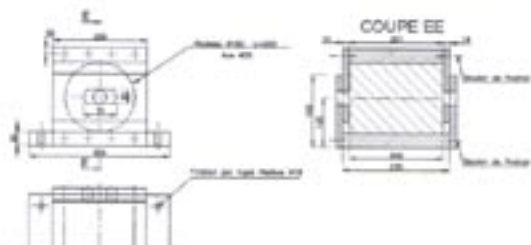
Au dessus du regard dans la canalisation, le platelage comporte une trappe amovible par déboulonnage. En extrémité d'ouvrage les dernières planches sont façonnées pour assurer le joint avec les culées

Appareils d'appui

Le tablier repose sur les culées par l'intermédiaire d'appareils d'appui métalliques unidirectionnels à rouleaux scellés sur des plots d'appui incorporés aux culées.

► Appareils d'appui anti-soulèvement.

► Appareils d'appui.



5.2. La consultation

Le D.C.E. fut lancé sans variante. A l'issue de la consultation, l'Entreprise MATIERE a été déclarée attributaire du marché.

Néanmoins, son offre comportait quelques adaptations par rapport au projet en vue de faciliter le montage de l'ouvrage :

- les arcs étaient assemblés à la clé par une platine boulonnée,
- les contreventements étaient fixés sur les arcs par boulonnage.

6. L'exécution

6.1. Les études d'exécution de la structure métallique

Elles ont été réalisées par le bureau d'études I.O.A. LEXIQ. Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme ESA - PRIMA - WIN

Ils ont confirmé :

- la grande sécurité vis-à-vis du flambement,
- les différents modes de vibrations. Les premiers modes pour les différents cas de charges envisagés sont résumés dans le tableau I

► Tableau I : Modes de vibration.

CHARGE	MODE	FREQUENCE (Hz)	VIBRATION
Canalisation vide	1	3,03	Balancement latéral
Canalisation vide	2	3,32	Flexion verticale
Canalisation vide	3	4,27	Torsion d'ensemble
Canalisation pleine	1	2,14	Balancement latéral
Canalisation pleine	2	2,34	Flexion verticale
Canalisation pleine	3	3,93	Torsion d'ensemble
Canalisation pleine + a(l)	1	1,82	Balancement latéral
Canalisation pleine + a(l)	2	1,83	Balancement latéral
Canalisation pleine + a(l)	3	2,10	Flexion verticale
Canalisation pleine + a(l)	4	2,14	Flexion verticale + balancement
Canalisation pleine + a(l)	5	2,24	Flexion verticale

Ces fréquences de vibration, notamment sous surcharges, paraissent basses en regard aux recommandations des Eurocodes (ENV1993.1.1) qui recommandent une fréquence f supérieure à 3 Hz si les piétons marchent normalement et une fréquence f supérieure à 5 Hz si les piétons se déplacent en cadence. Cependant ces règles sont pessimistes en regard de celles données dans les Eurocodes 5 partie 2 qui conduiraient à ne se préoccuper que :

- des fréquences inférieures à 2.5 Hz pour les vibrations verticales et la torsion,
- des fréquences inférieures à 1.25 Hz pour le balancement transversal.

Ainsi, il n'a pas été réalisé d'études plus complètes, (accélération sous charges piétonnières, vérification des critères de confort).

La mise en vibration de la passerelle semble peu probable compte tenu des éléments suivants :

- la passerelle est très raide,
- la flèche sous surcharge a(l) n'est en effet que de 4 mm,
- la rigidification apportée par la conduite Ø 1 200mm intérieure au treillis n'est pas prise en compte,
- la circulation piétonne escomptée est plus proche de celle d'un chemin de grande randonnée que celle d'une foule compacte et de ce fait, les vibrations ne sont pas à justifier sous la surcharge a(l) correspondant à une foule compacte.

■ 6.2. Le montage

Le montage a été mené suivant la cinématique suivante :

- **Phase 1 :** Réalisation des fondations, des appuis, des têtes de canalisation en béton armé ainsi que des perrés.
- **Phase 2 :** Pose des éléments d'about des arcs ; Pose des travées de rive COP1 et P2 C3 en appui sur les culées et les éléments d'arc.
- **Phase 3 :** Pose des demi travées centrales P1P2 sur tour d'étalement et exécution des joints soudés du tablier.
- **Phase 4 :** Pose des demi-arcs et exécution du joint soudé ; Pose des suspentes ; Enlèvement des tours d'étalement.
- **Phase 5 :** Pose de la canalisation intérieure ; Pose du platelage et des garde corps.



◀◀ Montage.

◀ Montage du tuyau ; vue du treillis en enfilade et support de tube.



◀ Vue générale au montage du tuyau.

Intervenants

Maître d'ouvrage :
Département du Morbihan

Maître d'œuvre :
Direction Générale des Infrastructures, du Développement et de l'Environnement du Conseil Général, assistée de la CDOA de la DDE du Morbihan

Architecte :
Charles LAVIGNE

Entreprises :
- Charpente métallique :
MATIERE 1P
- Génie civil :
BERTHELOT - ROUSSEL

Bureau d'études :
- Conception :
CDOA du Morbihan et DOA du Cete de Nantes
- Exécution : IOA Lovig (métal) et CERT (génie civil)
- Vérification des documents d'exécution : DOA du Cete de Nantes

Contrôles en usine :
LRPC de Bordeaux

Contrôles sur site :
LRPC de Saint-Brieuc

Daniel GUILLOT
CETE de Nantes - DOA
Tel : 02 40 12 83 88

Roger CASTEL
DDE du Morbihan - CDOA
Tel : 02 97 68 12 65

Imad ABI NADER
IOA Lovig
Tel : 01 41 37 25 48

Emmanuel BOUCHON
SETRA CTOA
Tel : 01 46 11 32 80

■ 6.3. Protection anti-corrosion

Chaque tronçon avait reçu en atelier la totalité du complexe anti-corrosion : il s'agit du système certifié ACQPA n°C4A NV 541 d'EURIDEP FREITAG (epoxy modifié + polyuréthane acrylique).

■ 6.4. Délais, quantités et coûts

- **Délai global contractuel :** 5 mois
- **Démarrage des travaux :** avril 2000
- **Fin des travaux :** septembre 2001
- **Principales quantités :** Ossature métallique : Ø0t d'acier principalement composé de tubes en S355N et S355K2G3 pour le tablier en treillis spatial et de tôles en acier S355K2G3 pour les arcs.
- **Coûts :**
 - **Etudes** (conception, DCE, vérification des documents d'exécution) : 0,200 MF HT (hors architecte)
 - **Reconnaissance des sols** (sondages) : 0,035 MF HT
 - **Total des travaux** (valeur janvier 2000) : 4,050 MF HT dont :
 - Prix généraux** (installations, études, épreuves) : 0,550 MF HT
 - Génie civil** (appuis, têtes, perrés) : 0,750 MF HT
 - Charpente métallique** : 1,500 MF HT
 - Equipements** (joints, garde corps, platelage) : 0,370 MF HT
 - Canalisations** (tuyaux, supports, joints de dilatation) : 0,880 MF HT

**Daniel GUILLOT, Roger CASTEL,
Imad ABI NADER ■**

Un reportage photographique et des plans plus détaillés du projet sont accessibles, pour les agents du Ministère de l'Équipement sur le site intranet du CETE de l'ouest, pages de la Division Ouvrages d'Art à l'adresse suivante :
<http://www.cete-ouest.i2f>

Références :

- [1] - Eurocodes 1 partie 3 : Charges sur les ponts dues au trafic ;
- [2] - Passerelles et autres ouvrages construits en franchissement d'une autoroute concédée en service (RCA 1994) ;
- [3] - CCTP de la Passerelle de Montigny les Corneilles (SETRA 1997)

■ Vibrations des passerelles au passage des piétons

La mise en vibration d'une passerelle au passage des piétons ne présente généralement aucun risque pour la résistance et la stabilité de la structure. Elle peut par contre être inconfortable, voire intolérable pour les usagers. C'est pourquoi un certain nombre de recommandations ou de règlements de calcul ont introduit un état-limite de vibration (qui est un ELS) spécifique aux passerelles. L'article de Frédéric Légeron et Manuel Lemoine paru dans le numéro 32 du Bulletin Ouvrages d'Art fait le point sur le contenu de ces différents documents pour les vibrations verticales. Il en ressort que les prescriptions des règlements existants sont très hétérogènes sur tous les aspects de la question.

Dans l'état actuel de nos connaissances on peut admettre (sauf peut-être pour les ouvrages exceptionnels) qu'aucune vérification n'est à fournir si les fréquences propres des modes créant des accélérations verticales (flexion ou torsion) sont en dehors de l'intervalle 1,5-2,5 Hz. Dans le cas contraire les vérifications devront passer par un calcul d'accélération en tenant compte de la situation et de la fréquentation escomptée de la passerelle. Si le seuil de confort est dépassé, deux types de solutions peuvent a priori être explorées :

- modification des fréquences propres de la passerelle pour les repousser en dehors de la plage critique ;
- augmentation de l'amortissement pour réduire l'amplitude de la réponse.

Il est très difficile d'agir sur les fréquences propres sans bouleverser la conception et l'aspect de l'ouvrage. Comme le montre l'article de Daniel Guillot, accroître la section des éléments de la structure, même de manière très importante, n'a pratiquement aucun effet. On recherchera donc plutôt une solution à base d'amortisseurs. Étant donné que la sécurité de l'ouvrage n'est pas en cause, on peut attendre la mise en service de la passerelle et l'observation de son comportement sous trafic réel pour décider d'installer ou non des amortisseurs. Il suffit alors d'avoir prévu les dispositions (supports, oreilles d'attache, renforcements locaux...) permettant une installation facile.

Pour les vibrations horizontales, il n'y a aucun problème si les fréquences propres sont supérieures à 1,3 Hz. En effet, la force excitatrice latérale est à fréquence moitié de celle de la marche. Cependant la tendance des piétons à accorder leur pas sur les mouvements de la passerelle est beaucoup plus forte pour les déplacements latéraux que verticaux (on se synchronise sur les mouvements latéraux pour conserver son équilibre). Il n'existe dans les textes actuels aucune règle satisfaisante pour tenir compte de ce phénomène.

La conversion en cours des Eurocodes devrait mettre de l'ordre dans l'incohérence actuelle des différents règlements. L'action dynamique des piétons sera traitée dans l'Eurocode sur les charges de trafic des ponts, et non dans les différents Eurocodes de projet comme c'est aujourd'hui le cas. Ces travaux de conversion bénéficieront des recherches les plus récentes, et notamment de celles entreprises sous l'impulsion du bureau d'études Ove Arup après l'inauguration de la passerelle du Millénaire à Londres. Sous le passage d'une foule nombreuse, l'ouvrage avait oscillé latéralement de manière très importante, comme la passerelle Solferino quelques mois plus tôt.

Signalons enfin qu'un groupe de travail AFGC-SETRA prépare un guide sur le sujet.

Emmanuel BOUCHON ■

Les nouveaux procédés d'étanchéité par film mince adhérent au support (FMAS)

1. Historique et présentation de la technique

Les procédés d'étanchéité par film mince adhérent au support sont apparus dans les années 1960 avec les produits à base de résine époxydique chargée au brai de houille. Ces procédés ont été peu à peu codifiés par la mise à jour N°1 de 1969 du STER 66, le STER 74 puis 81 et par le fascicule 67, titre I.

Leur intérêt a été très vite perçu par les Maîtres d'œuvre et ces produits ont eu un assez large développement au début de leur apparition sur le marché (courant des années 60). Depuis cette période, les produits ont évolué avec l'utilisation de résine polyuréthane.

2. Les avantages

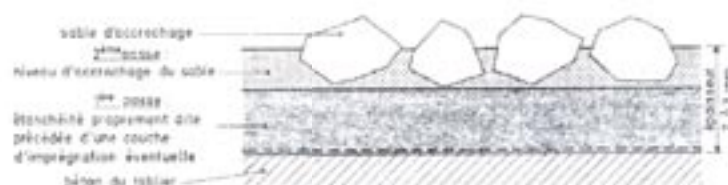
Rappelons qu'il s'agit de procédé mis en œuvre en couche mince de l'ordre de 2 à 3 mm d'épaisseur, (le Fascicule 67, titre I du CCTG indique, dans son article 11.2.3 : $E_{\text{mini}} = 1,5 \text{ mm}$ et $E_{\text{moy}} = 2,5 \text{ mm}$). La légèreté constituait, et constitue toujours, le principal intérêt.

Le second est que cette couche est adhérente au support ce qui a pour conséquence :

- de résister aux effets de poussée de la vapeur d'eau (donc éviter le cloquage),
- de transmettre les efforts de cisaillement dus au trafic (freinage et force centrifuge, principalement),
- et, en cas de défaut ponctuel, de ne pas entraîner de risque de contamination généralisée de l'interface entre l'étanchéité et le support.

3. Les difficultés

Très vite, malheureusement, ces procédés ont donné lieu à une pathologie qui a conduit à une profonde désaffection de la technique. Comme souvent, cependant, on a jeté le bébé avec l'eau du bain.



Les principaux problèmes rencontrés ont été les suivants :

- Altération par vieillissement des produits (évolution des brais, exsudation d'huiles des brais vers les enrobés, rigidification des résines, etc.).
- Qualité des matériaux mis en œuvre souvent médiocres avec un non respect fréquent des spécifications de certaines entreprises applicatrices.
- Conditions d'exécution trop sensibles aux aléas climatiques (température mini d'application, humidité, pluie, etc.).
- Adaptation difficile à des états de support en béton souvent médiocres (d'où défauts d'adhérence).
- Erreurs d'application avec non prise en compte de la compatibilité entre les divers éléments du système (saponification de la résine polyuréthane sous l'effet de l'alcalinité du béton, par ex.).
- Problème de tenue des enrobés sur ces couches minces. Des épaisseurs trop faibles d'enrobés sur ces chapes (toujours pour viser l'allègement de ces parties d'ouvrages) ont conduit à des désordres sur ces enrobés (effet Trampoline¹, difficulté de reprise des efforts horizontaux, etc.).

▲ Coupe type d'une chape FMAS selon le fascicule 67.



◀ Défaut d'adhérence par saponification d'un FMAS en polyuréthane sur un béton de ciment.

1. Effet de rebond sous l'impact de la circulation sur la couche élastique (car les matériaux constitutifs de la chape sont des élastomères) surtout quand elle est trop épaisse.

4. Le renouveau

Certaines entreprises ont cependant persévéré d'autant que des pays voisins utilisaient à grande échelle ces procédés (Grande Bretagne, Allemagne...) et que nous estimions qu'il y avait place pour cette technique parmi les familles des étanchéités des ponts compte tenu des intérêts techniques qu'elles apportaient.

C'est ainsi que, peu à peu, les produits ont évolué en abandonnant les résines époxydiques chargées au brai de houille et en s'orientant vers des polyuréthanes principalement, des métacrylates, tout en conservant certaines formulations en époxy seule.

Comme on peut le constater dans la liste des avis techniques publiés, des procédés de la famille des FMAS font l'objet d'avis techniques : deux avis publiés, trois en préparation dont un concerne un procédé réservé à une utilisation exclusive sans couverture par les enrobés.

Bien évidemment, lors de la préparation de ces avis, nous avons veillé à apprécier les procédés sur les points qui avaient conduit à des désordres pour éviter leur renouvellement (en l'état actuel de nos connaissances). C'est ainsi que l'appréciation insiste sur :

- la durabilité,
- la compatibilité avec le support au-dessous (sur ce point, l'analyse du spectre IR donne des indications sur le risque et la procédure prévoit un essai d'adhérence par an, pendant 5 ans, pour vérifier l'absence de réaction) et les couches au-dessus,
- la liaison avec la couche de roulement,
- etc.

5. Le domaine d'emploi

Sur cette base, peut-on utiliser ces systèmes en toutes circonstances ? En principe : oui.

Cependant, il faut bien admettre que ces techniques ont un domaine d'emploi privilégié qui est celui des zones à surface complexe (c'est-à-dire avec des plots, des trous, des pénétrations, etc.) où l'adhérence est la qualité la plus utile et où, compte tenu du coût de ces procédés, l'apport de cette qualité justifie le prix payé.

C'est ainsi que ces produits sont bien adaptés au cas des longrines béton des zones d'ancrages des barrières, les trottoirs, des corniches, des can-

veaux en béton des corniches, des abouts de tabliers (sous les joints de chaussées), etc.

Dans le cas où ces produits ne sont pas recouverts par une couche d'enrobé ou de béton, c'est-à-dire quand ils sont soumis directement à l'action des rayonnements actiniques, ils doivent, obligatoirement, recevoir la protection décrite dans l'Avis Technique. Certains retours d'information nous amènent à penser que des applicateurs peu scrupuleux n'appliquent pas ces protections sous le prétexte qu'elles sont inutiles et que les modifications provoquées par le rayonnement n'altèrent pas les caractéristiques mécaniques mais seulement l'aspect. Nous attirons l'attention sur l'importance de respecter les conditions de l'Avis Technique car les essais n'ont été faits qu'avec une protection et, en l'état actuel de nos connaissances, on ne sait pas ce qui se passe sans protection.



Il est clair que le coût de cette protection est la raison de cette attitude mais si nous voulons avoir une durabilité satisfaisante de ces produits et ne pas revenir aux erreurs du début de la technique, il ne faut pas se laisser abuser par ce chant des sirènes.

Un autre domaine d'emploi intéressant concerne les pays d'outre-mer (DOM - TOM, notamment) où les problèmes de tenue au cloquage, les facilités de transports de bidons et de mise en œuvre rendent cette technique particulièrement intéressante.



►► Application d'un FMAS sur une zone de trottoir.

►► FMAS sur un trottoir entre la zone d'ancrage des haubans et le garde-corps.

Deux dernières remarques :

- Maintenant qu'il y a une concurrence il est recommandé de privilégier les procédés offrant la garantie d'un Avis Technique et de ne pas retenir des procédés ayant des PV datant de plus de 5 ans et portant sur des résultats d'essais faits par un LRPC. Rappelons que la procédure d'Avis Technique n'étant pas une procédure d'homologation, il n'est pas possible d'imposer la fourniture d'un Avis Technique mais celui-ci peut constituer un élément d'information essentiel en utilisant la rédaction type d'un Appel d'Offres telle qu'elle est donnée dans la note de présentation des avis techniques (§ 5).
- La procédure d'Avis Technique donne la garantie que le procédé est apte à faire une étanchéité de pont route. L'aspect chantier n'est pas pris en considération ni le respect des conditions de fabrication et de mise en œuvre, aussi, il est recommandé de faire procéder, de manière très rigoureuse aux essais de contrôles sur chantier tels qu'ils sont définis dans le § III.5 de l'Avis Technique et dans le fascicule 67, titre I, du CCTG.

6. Conclusion

Après une période d'éclipse de quelques années pendant laquelle les procédés d'étanchéité par FMAS étaient cantonnés au Sud Est de la France et à certains DOM-TOM, on peut raisonnablement penser, que moyennant quelques précautions (notamment respect des conditions météorologiques à la mise en œuvre) les FMAS ont un grand intérêt pour le traitement de la protection de certaines parties d'ouvrages.

On ne doit pas se priver des avantages qu'ils apportent.

A noter que l'on peut aussi fonder de grands espoirs sur les associations d'un primaire de type FMAS avec un procédé par feuille bitumineuse préfabriquée que l'on commence à voir (cf. liste des Avis technique) dans lesquelles on marie les avantages des résines : adhérence, effet bouche-pore... avec les avantages des feuilles préfabriquées.

Michel FRAGNET ■

Michel FRAGNET
SETRA CTDA
Tel : 01 46 11 32 13

Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion

Les changements prévus dans le nouveau fascicule 56 du CCTG

Préambule

Les travaux importants de normalisation et l'assurance qualité ont été à l'origine de la création de l'ACQPA et de la révision du fascicule 56 du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) des marchés de l'Etat qui traite de la Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion.

La suppression de la Commission d'homologation interministérielle des Peintures et son remplacement par une certification par tierce partie délivrée par l'ACQPA devaient donc nécessairement conduire à une révision de ce fascicule.

C'est ce travail qui a été engagé en fin d'année 1999, sous l'égide du Groupe Permanent d'Etudes des Marchés de Travaux et de Maîtrise d'Œuvre (GPEM TMO), par un groupe de travail rassemblant les acteurs concernés : maîtres d'ouvrage publics, fabricants de peinture, entreprises d'application et de galvanisation.

Aujourd'hui, même si ce travail n'est pas complètement achevé, les principales dispositions du fascicule sont définies, et il est donc possible de les faire connaître.

L'ACQPA

Comme indiqué précédemment, la raison principale justifiant la révision du fascicule 56, provient de l'existence, depuis 1995, d'une certification délivrée par l'ACQPA, Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion.



Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion

Cette association regroupe quatre collèges : les maîtres d'ouvrage, les fabricants de peinture, les entreprises d'application et les organismes techniques.

On pourra trouver dans le bulletin ouvrages d'art n° 27 de juillet 1997 une description des activités de cette association dont la constitution garantit l'impartialité des décisions, ainsi qu'en atteste le COFRAC, organisme reconnu en France pour accréditer les organismes de certification.

Le site internet www.acqpa.com donne par ailleurs de nombreuses informations sur l'ACQPA et les prestations qu'elle offre.

Trois domaines d'activité faisant l'objet de certifications sont aujourd'hui couverts par l'ACQPA :

1. Les systèmes de peinture de haute durabilité (ceux qui étaient autrefois agréés par la Commission Interministérielle d'Homologation).
2. Les opérateurs des entreprises d'application.
3. Les inspecteurs des travaux de protection.

■ Les systèmes de peinture certifiés

Les systèmes certifiés répondent à la classe haute durabilité de la norme NF EN ISO 12944 et aux normes NF T 34-550 et NF T 34-600. Ils sont classés selon les critères suivants :

- type de support : acier décapé, galvanisé ou métallisé,
- classe d'environnement fonction du degré d'agressivité du milieu environnant vis-à-vis de l'acier ;
- usage pour une protection initiale ou pour des travaux de maintenance ;
- usage pour des parties vues ou cachées.

Dans le cas des systèmes pour parties vues, certains d'entre eux sont certifiés pour la stabilité de leur teinte parmi une liste de 23 couleurs prédéfinies. (Voir page 35 la présentation de la gamme des teintes certifiées).

Le catalogue des produits certifiés est consultable sur le site internet de l'ACQPA, il contient 212 systèmes de peintures.

■ Les opérateurs certifiés

La certification apportée par l'ACQPA garantit la qualification des personnes chargées de l'application des systèmes de peintures, et ceci à trois niveaux :

- N1 : les opérateurs exécutants
- N2 : les chefs d'équipe ou de chantier
- N3 : les conducteurs de travaux

Pour les niveaux 1 et 2, plusieurs options de qualification sont possibles :

- la préparation de surface
- l'application au pistolet, ou à la brosse et au rouleau
- la métallisation
- les revêtements spéciaux



Le certificat est nominatif et peut être obtenu à la suite d'un examen comprenant des épreuves pratiques.

Le site internet de l'ACQPA fournit la liste des entreprises qui emploient des opérateurs certifiés et leur nombre par niveau et option.

Aujourd'hui plus de mille opérateurs sont certifiés, ce qui permet aux maîtres d'ouvrage d'exiger des opérateurs certifiés pour l'exécution de leurs travaux.

Le niveau N3 qui correspond à la fonction de conducteur de travaux est en cours de mise en place ; la première session d'examen est prévue pour le dernier trimestre de l'année 2001.

■ Les inspecteurs certifiés

Sous l'appellation d'inspecteur, l'ACQPA reconnaît la qualification des personnes en charge du contrôle de la qualité de l'exécution ; celles-ci sont capables d'évaluer les processus d'application pour chaque ouvrage notamment à l'occasion des épreuves de convenance, de superviser le contrôle de l'exécution et de définir les mesures correctives aux non conformités. Ces personnes peuvent agir soit pour le compte de l'entreprise au titre du contrôle externe, soit au titre du contrôle extérieur pour répondre aux besoins du maître d'œuvre. C'est ainsi que l'on trouve de tels inspecteurs à la fois dans les entreprises et dans les laboratoires régionaux des ponts et chaussées.

La certification apportée par l'ACQPA résulte d'un partenariat avec le FROSIO, organisme norvégien qui travaille dans ce domaine, conduisant ainsi à une reconnaissance mutuelle. La certification est conditionnée au suivi d'une formation dans un centre agréé et à la réussite d'un examen.

Aujourd'hui 75 inspecteurs sont certifiés par l'ACQPA ; leur liste est disponible sur le site internet de cette association.

Le nouveau fascicule 56

■ Référence aux produits certifiés par l'ACQPA

L'existence de systèmes de peinture certifiés par l'ACQPA permet d'y faire référence avec toutefois la possibilité d'une reconnaissance de certification équivalente.

L'un des points importants est que l'usage de systèmes certifiés est une condition nécessaire à l'application des garanties contractuelles apportées par le fascicule.

Il en résulte que les protections par peinture des éléments métalliques d'épaisseur inférieure à 3 mm qui ne peuvent être découpées par abrasifs avec le niveau adéquat et pour lesquels aucun système certifié n'existe sont exclus des garanties habituelles. Pour cette gamme d'épaisseur, si l'on souhaite disposer de garanties sur la tenue du système de protection contre la corrosion, il est donc recommandé de les protéger par galvanisation, comme cela est systématiquement prévu par les normes sur les garde-corps et les barrières de sécurité, et de compléter éventuellement par une peinture.

◀ Carte de certification

◀ Opérateur en usine

■ Systèmes de protection

Seuls sont visés :

- Les systèmes de peinture, liquides ou en poudre
- La galvanisation, éventuellement revêtue de peinture
- La métallisation suivie de peinture

Comme dans l'ancien fascicule, on distingue le cas des travaux sur ouvrages neufs de celui des opérations de maintenance. Dans ce dernier cas une distinction est faite, quand c'est possible, entre les solutions avec remise à nu de l'acier et les solutions par avivage. Il faut néanmoins souligner que dans certains cas de figure, notamment la mise en peinture d'anciens ouvrages galvanisés, des progrès techniques restent encore nécessaires à la définition de solutions éprouvées.

Contrairement à l'ancien fascicule, les systèmes de protection des câbles ont été écartés car trop spécifiques et peu faciles à normaliser.

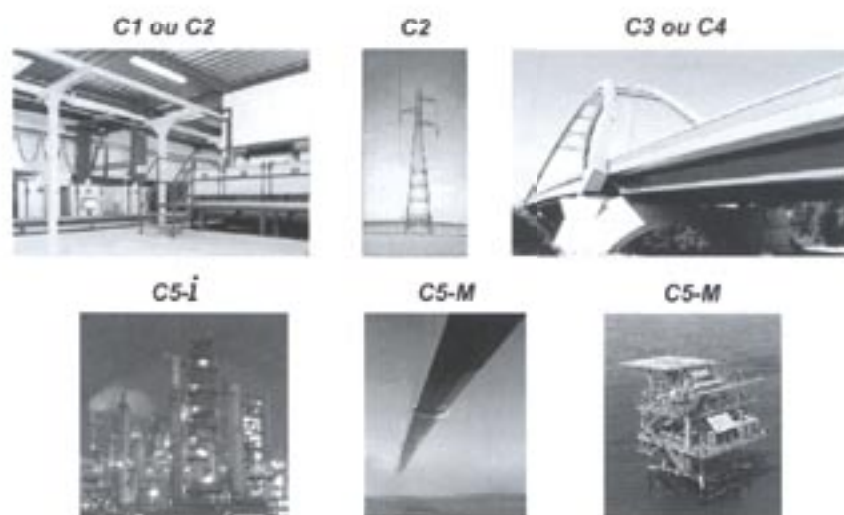
■ Garanties

L'ensemble des délais de garantie a été révisé pour tenir compte de l'évolution des techniques, tant pour les ouvrages neufs, que pour la maintenance.

Ces délais sont fonction du système de protection utilisé et de la classe d'environnement du milieu :

- Ouvrages aériens en atmosphère extérieure C2, C3 ou C4
- Ouvrages aériens en atmosphère de niveau C5-M à l'exclusion de l'offshore et dans la limite d'un certain degré de corrosivité du site
- Ouvrages immergés

Les valeurs sont encore en discussion et ne peuvent donc être présentées aujourd'hui.



■ Mise en œuvre

L'une des innovations du nouveau document concerne l'introduction des principes de l'assurance qualité.

L'exigence d'un PAQ est ainsi spécifiée sauf indication contraire du CCTP.

Le cas des produits entièrement fabriqués et protégés en usine a néanmoins été posé à juste titre par la profession des serruriers et industriels concernés par ces techniques de mise en œuvre des protections, car il aurait été excessif d'avoir pour cette profession des contraintes aussi importantes que celles que l'on a habituellement pour les grandes structures.

Le groupe de travail en est ainsi venu à distinguer les ouvrages dits de génie civil réalisés en

partie sur site et ceux qui font l'objet d'une fabrication selon un processus dit industriel en usine. La définition actuelle donnée à cette catégorie est celle des protections mises en œuvre en usine selon un processus répétitif et parfaitement défini. Sont ainsi visés les procédés de protection par galvanisation, suivie ou non de mise en peinture avec application automatisée.

Dans le cas des processus de type industriel, il est bien évident que le contrôle est exercé de manière permanente et selon des procédures bien définies par l'entreprise ; la contrepartie en est que le maître d'ouvrage peut refuser la réception de toute pièce non conforme aux spécifications.

Processus de type génie civil

Le fascicule 56 applique dans ce cas les principes généraux de l'assurance qualité (points d'arrêt, points critiques...) et contient les spécifications relatives à chaque procédé de protection en distinguant les opérations exécutées en atelier de celles réalisées sur le site (voir annexe).

Cependant, en dehors de ces principes généraux, l'innovation importante est d'introduire des exigences quant à la qualification des personnes chargées d'un certain nombre de tâches et d'apporter la preuve de cette qualification, soit par une certification délivrée par l'ACQPA, soit par une certification de niveau équivalent.

Ainsi, est clairement énoncée l'exigence d'opérateurs de niveau 1 (selon la classification de l'ACQPA) pour les tâches d'exécution, et d'opérateurs de niveau 2 pour les chefs d'équipe ou de chantier et pour les personnes responsables du contrôle interne.

Il est par ailleurs demandé que les entreprises puissent faire appel en cas de besoin à un inspecteur ACQPA/FROSIO à titre d'expert, sans qu'il y ait obligation que cette personne soit membre de l'entreprise.

Processus de type industriel

Cette partie n'est pas encore rédigée, mais les principes suivants devraient être repris :

- l'entreprise doit avoir un processus de réalisation bien défini et formalisé, incluant les tâches de contrôle qu'elle réalise, et définissant les suites à donner aux pièces non conformes,
- elle doit conserver une trace de toutes les mesures effectuées à titre de contrôle et garantir la traçabilité des produits, tant pour les produits entrant que sortant,
- le maître d'ouvrage peut réaliser un audit préalable avant commencement de l'exécution,

- le maître d'ouvrage est libre de refuser une pièce ayant fait l'objet de contrôles négatifs.

Aucune exigence n'est par contre formulée en terme de certification du personnel, et aucun point d'arrêt intermédiaire nécessitant l'intervention du maître d'œuvre n'est défini. L'épreuve de convenance exigée dans le cas des processus de type génie civil ne serait plus nécessaire si le processus a déjà été mis au point dans le cadre de prestations faites pour d'autres clients.

Dispositions transitoires

Le planning d'élaboration du nouveau fascicule et les délais d'instruction préalables à sa publication ne permettent pas d'envisager une mise en application avant un an. Cependant, il serait dommage que les avantages offerts par la certification des produits et du personnel d'application ne soient pas utilisés dès maintenant.

Pour ce qui est des systèmes, la référence à la certification de l'ACQPA est déjà faite dans l'arrêté du 31 août 2000 et l'on doit donc considérer comme homologué tout produit certifié par l'ACQPA.

Par contre, s'agissant de la certification des opérateurs, il est souhaitable que les CCTP introduisent cette exigence qui ne figure pas dans le fascicule en vigueur. C'est pourquoi le SETRA a introduit dans le logiciel CAPT-DCE/OA des clauses types qui incluent une telle exigence (cf. exemple dans l'encadré ci-dessous). On ne peut donc que conseiller aux maîtres d'œuvre de les utiliser. Il leur restera néanmoins à vérifier que les opérateurs en œuvre sur leurs chantiers sont effectivement certifiés grâce à la production du badge qui leur a été délivré.

Extrait du CCTP établi à partir de la bible OA 175 et de la version 1.09 du logiciel CAPT - DCE.

3.7.3. Protection des palplanches pour rideau

L'application de la peinture anticorrosion est effectuée en usine, par des applicateurs qui doivent être titulaires de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs.

Le système de peinture est un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification [C2ANI, C3ANI, C4ANI, etc.].

Les parties vues sont protégées par un système de peinture titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification [C2ANV, C3ANV, C4ANV, etc.].

Pour ces parties, les couches de finition sont effectuées sur site.

Sont considérées comme des parties vues les surfaces suivantes : []

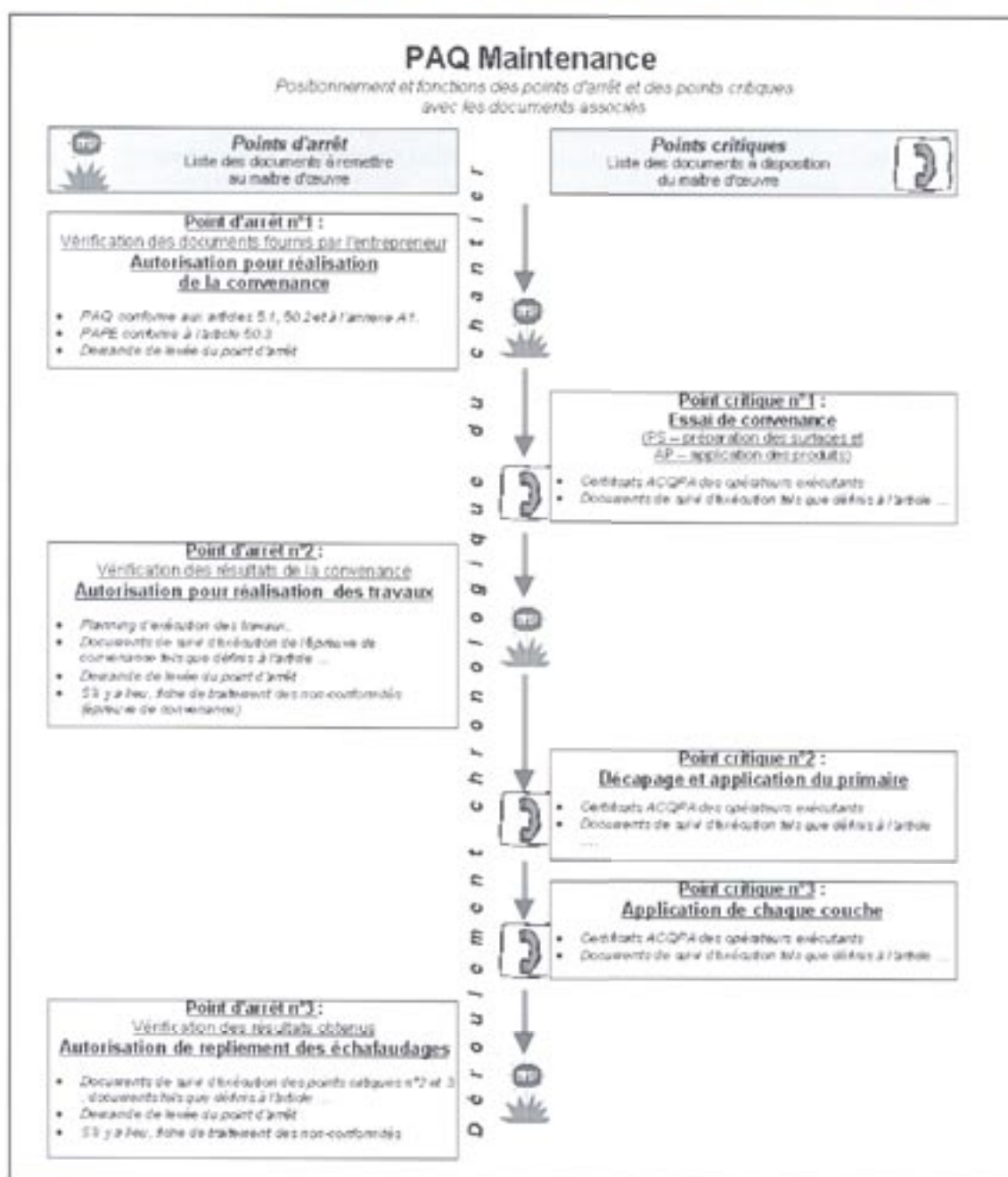
Conclusion

Parti avec l'objectif d'une simple mise en conformité du fascicule 56 avec l'état de la normalisation et la certification en vigueur, le groupe de travail en est venu à reprendre l'ensemble du texte afin d'en faire un document complètement conforme à l'état de l'art.

Tous les acteurs de ce travail sont bien conscients qu'il doit maintenant aboutir le plus vite possible pour qu'il puisse en faire usage de manière courante dans les marchés publics.

Christian BINET ■

Annexe : Points d'arrêt et points critiques d'un PAQ



L'amiante dans les ponts ou comment s'en débarrasser ?

1. Introduction

Depuis quelques temps nous sommes parfois contactés par des responsables qui s'interrogent, à juste titre, sur la façon de traiter la présence de l'amiante dans les ouvrages d'art dans le contexte de la réglementation très restrictive qui existe sur ce sujet. Le présent article se propose de faire le point, en l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet.

Il présente la réglementation et comment elle semble s'appliquer aux ouvrages d'art.

Cette réglementation est surtout à utiliser quand on doit faire une intervention sur un pont (réparation, démolition...). Nous souhaitons attirer l'attention sur la démarche préalable que l'on doit avoir avant toute intervention sur des ouvrages susceptibles de contenir de l'amiante dans certaines parties.

Avertissement : ce texte est une information sans garantie sur son contenu. Le lecteur est invité à vérifier si une réglementation plus restrictive n'existe pas.

2. Rappel de la réglementation

Le décret n° 96-1133 du 24.12.96 pose le principe d'une interdiction générale de l'importation, de la fabrication, de la mise sur le marché de toutes variétés de fibres d'amiante incorporées ou non dans des matériaux, produits ou dispositifs. Néanmoins, ces interdictions ne font pas obstacle à l'accomplissement des obligations relatives à l'élimination des déchets.

Un arrêté du 17.3.98 fixe une liste d'exceptions et celui du 16.12.98 indique les produits qui peuvent encore incorporer de l'amiante et les dates limites de leur production.

Par ailleurs, le décret n° 96-97 du 07.02.96 modifié définit les conditions dans lesquelles les

propriétaires de bâtiments collectifs doivent faire le diagnostic de la présence de l'amiante. Des textes complémentaires précisent les conditions dans lesquelles ces expertises doivent être faites, les modalités de mesures, les suites à donner, etc. Parmi ces nombreux textes, nous citerons la Circulaire N°98-589 du 25.09.98 qui précise et commente les modifications de l'ensemble des textes concernant la présence d'amiante dans les immeubles bâtis et publiés depuis une autre circulaire du 26.04.96.

A la lecture de ces textes, les ouvrages n'étant pas considérés comme des bâtiments, il apparaît qu'il n'y a pas obligation de réaliser cette expertise pour ce qui concerne les ouvrages de génie civil (précision apportée par le ministre de l'Équipement lors d'un débat au Sénat, le 12.02.98 : "bien qu'ils constituent des immeubles bâtis les ouvrages de génie civil n'entrent pas dans le champ du décret 96-97" cité ci-dessus).

Cette réglementation pose cependant la question de la protection du personnel ayant à intervenir sur un ouvrage comportant des éléments en fibres d'amiante d'une part (et on verra que ce risque n'est pas nul, cf. § 3) et, d'autre part, le traitement des déchets d'un ouvrage à démolir dont on devra se préoccuper de savoir s'il contient de l'amiante car le traitement des déchets doit être adapté à la présence de ce matériau.

En conclusion de ce chapitre sur la réglementation, on peut noter que si rien n'oblige le gestionnaire à faire un diagnostic, il apparaît nécessaire qu'il se préoccupe de la présence ou non d'amiante avant toute intervention (réparation ou démolition).

3. Où peut-on trouver de l'amiante dans un pont ?

Que l'on se rassure, les ponts ne sont pas construits en amiante et on ne risque de trouver cette fibre que dans des parties bien précises, notam-

ment des équipements (mais pas uniquement). Reste que cette faible présence fait que la vigilance n'est pas exercée et que l'on peut oublier sa présence.

La liste ci-dessous vise à donner une idée des parties d'ouvrages où de l'amiante a pu être mis en œuvre. À partir de cette liste, le gestionnaire aura à réagir car il y a de fortes probabilités pour que l'on trouve l'amiante dans ces parties et le risque de passer à côté reste alors minimisé.

Cette énumération est basée sur notre propre expérience aussi elle n'est qu'une orientation de potentialité.

On peut trouver des fibres d'amiante dans :

- les plaques servant de coffrages perdus entre poutres des ouvrages de type VIPP ou PRAD ou PPE,
- les tuyaux d'assainissement ancien en amiante ou fibro-ciment,
- des éléments de garde-corps comportant des pilastres en coffrage perdus en tuyau d'amiante ciment,



- des éléments de corniches,
- la composition de la protection de câbles de ponts suspendus (Cf. Biblio),
- le flocage de protection contre le bruit ou le feu en intrados de tablier ou de canalisations,
- des éléments de couvertures entre tabliers jumeaux (disposition fortement déconseillée suite à un accident mais l'information n'a peut-être pas toujours atteint son but),
- des éléments d'écrans acoustique,
- un procédé d'étanchéité qui a comporté (dans les années 1980) une armature en amiante (cela lui conférait une très bonne tenue au phénomène de gonfles (procédé Permabit-Permasield®),
- un enrobé routier dont la fabrication est maintenant arrêtée avait des renforcements par fibres d'amiante incorporées à la fabrication dans le malheur en centrale,

4. Démarche conseillée

Le présent article ne vise pas à affoler et il est évident que nombre d'ouvrage, par un simple coup d'œil peuvent rassurer sur l'absence d'amiante (attention aux canalisations de concessionnaires dans les trottoirs ou dans les ouvrages).

Sur les ouvrages pour lesquels une incertitude subsiste, une lecture du dossier d'ouvrage peut apporter une réponse rapide.

Il est clair qu'il existe des ouvrages potentiellement à risque comme les ponts à poutres de type VIPP ou PRAD, les ouvrages comportant des éléments de suspentes, des écrans ou des ornements esthétiques, etc.

On peut alors conseiller de profiter d'une visite ou d'une inspection détaillée pour faire un bilan sur ce point, bilan qui sera porté au dossier d'ouvrage à toutes fins utiles.

En présence d'éléments d'ouvrages comportant de l'amiante, il est rappelé que tant que l'on n'y touche pas le risque à l'environnement est nul. Par contre, les interventions de réparations ou autres pouvant toucher à ces parties doivent être faites en prenant les précautions prévues par les textes.

Ces interventions doivent être faites en conformité avec les dispositions réglementaires, notamment le Code du Travail (loi n° 96-452 du 28.05.96, article 39 qui modifie l'article L231-12 du Code du travail et le décret n° 96-98 du 07.02.96 qui abroge le décret du 17.08.77 sur la protection des travailleurs, les seuils de toxicité et les prescriptions)

Enfin, les déchets doivent être traités en conformité avec :

- La loi n° 75-633 du 15.07.75 modifiée relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- La loi n° 76.663 du 19.06.76 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (Décret d'application du 21.09.77).
- La loi n° 92.646 du 13.07.92 modifiée relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement.

- La loi n°95.101 du 02.02.95 relative au renforcement de la protection de l'environnement.

Les déchets contenant de l'amiante issus des travaux relatifs au flocage et au calorifugeage sont considérés comme déchets industriels spéciaux. Leur traitement en conséquence doit être conforme aux prescriptions de la loi et des décrets d'application (Arrêtés modifiés du 18.12.92). Les centres acceptant ces déchets sont de classe 1 et sont actuellement au nombre de 11 sites en France.

La gestion des déchets d'amiante-ciment est réglementée par la circulaire du 09.01.97 relative à l'élimination des déchets d'amiante ciment générés lors des travaux de réhabilitation et de démolition du bâtiment et des travaux publics. Elle définit les conditions relatives au conditionnement, au transport et à l'élimination par stockage.

5. Conclusion

Il ne faut pas avoir peur de l'amiante mais il convient de respecter les prescriptions légales ou réglementaires (décrets d'application, arrêtés et circulaires).

Nous conseillons de faire un bilan, surtout si l'ouvrage présente une possibilité d'avoir des parties comportant de l'amiante. Ce bilan fera partie du dossier d'ouvrage.

En cas d'intervention, celle-ci se fera en tenant compte de cette présence et en conformité avec la législation et la réglementation.

Bibliographie

■ Textes réglementaires

- (1) Décret 96-1133 du 24/12/1996 relatif à l'interdiction de l'amiante, pris en application du code du travail et du code de la consommation (JO du 26/12/1996 p.19126)
- (2) Arrêté du 17/03/1998 modifiant l'arrêté du 24/12/1996 relatif aux exceptions à l'interdiction de l'amiante (JO du 01/04/1998 p. 4986)
- (3) Arrêté du 16/12/1998 relatif aux exceptions à l'interdiction de l'amiante (JO du 31/12/1998 p. 20168)
- (4) Décret 96-97 du 07/02/1996 relatif à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis (JO du 08/02/1996 p. 2049)
- (5) Circulaire DGS/VS3-DGUHC/OC1-DPPR/BGTD n°98/589 du 25/09/1998 relative à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis (Bulletin Officiel du Ministère de la Santé)
- (6) Circulaire DGS/VS3-DRT/CT4-DHC/TE1-DPPR/BGTD n°96/290 du 26/04/1996 relative à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis (Bulletin Officiel du Ministère de la Santé n°96-20 du 05/06/1996)
- (8) Loi 96-452 du 28/05/1996 portant diverses mesures d'ordre sanitaire, social et statutaire (JO du 29/05/1996 p. 7912 ; rectificatif 12/06/1996 p. 8722 ; rectificatif 06/07/1996 p. 10213)
- (9) Code du Travail. Article L231-12 du 29/05/1996 relatif à la réglementation du travail : hygiène, sécurité et conditions de travail
- (10) Décret 96-98 du 07/02/1996 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'inhalation de poussières d'amiante (JO du 08/02/1996 p. 2050)
- (11) Décret 77-949 du 17/08/1977. Hygiène et sécurité des travailleurs. Mesures particulières d'hygiène dans les établissements où le personnel est exposé à l'action des poussières d'amiante (JO du 20/08/1977 p. 4305)
- (12) Loi 75-633 du 15/07/1975. Elimination des déchets et récupération des matériaux (JO du 16/07/1975 p. 7279)
- (13) Loi 76-663 du 19/07/1976. Installations classées pour la protection de l'environnement (JO du 20/07/1976 p. 4320)
- (14) Décret 77-1133 du 21/09/1977. Installations classées pour la protection de l'environnement. Application de la loi du 19/07/1976 (JO du 08/10/1977 p. 4897)
- (15) Loi 92-646 du 13/07/1992 relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations

classées pour la protection de l'environnement (JO du 14/07/1992 p. 9461)

[16] Loi 95-101 du 02/02/1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (JO du 03/02/1995 p. 1840 ; rectificatif 21/02/1995 p. 2755)

[17 a] Arrêté du 18/12/1992 relatif au stockage de certains déchets industriels spéciaux ultimes et stabilisés pour les installations nouvelles (JO du 30/03/1993 p.5614)

[17 b] Arrêté du 18/12/1992 relatif au stockage de certains déchets industriels spéciaux ultimes et stabilisés pour les installations existantes (JO du 30/03/1993 p. 5620)

[18] Circulaire 97-15 du 09/01/1997 relative à l'élimination des déchets d'amiante-ciment générés lors de travaux de réhabilitation et de démolition du bâtiment et des travaux publics, des produits amiante-ciment retirés de la vente

et provenant des industries de fabrication d'amiante-ciment et des points de vente ainsi que tous autres stocks (Bulletin Officiel Equipement n°97-4 du 10/03/1997)

■ Autres textes

[7] Sénat - Réponse du Ministre de l'Équipement publiée au JO Sénat du 12/02/1998 à la question écrite n° 04529 du 27/11/1997 de Michel MERCIER (Sénateur du Rhône) sur le champ d'application du décret relatif à la protection des populations contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante.

LOT. La DDE a mis au point une procédure de désamiantage. LE MONITEUR DU BTP, n°5030 du 21/04/2000, p. 56.

Michel FRAGNET ■

Avec la collaboration de Liliane SARDAIS
(Documentation SETRA) pour la Bibliographie

Une nouvelle version du logiciel CAPT-DCE/OA neufs

Le SETRA commercialise à partir de fin octobre 2001 une nouvelle version du logiciel CAPT-DCE/OA¹ destiné à faciliter l'établissement des pièces écrites techniques des marchés de travaux d'ouvrages d'art neufs. Composée de la version 1.09 du logiciel CAPT/DCE et de la version 175 de la bible OA neufs, cette version 2001 comporte plusieurs améliorations que nous présentons ici.

Le nouveau moteur 1.09

Le moteur 1.09 reprend toutes les fonctionnalités et éditions qui ont fait le succès du moteur 1.07e mais il fonctionne désormais sous tous les environnements Windows récents (95, 98, 2000, NT), avec les packs Office associés (95, 97, 2000). Comme précédemment, CAPT-DCE produit une annexe normative ayant pour but de bien préciser le statut de certains documents et de les rendre contractuels. Avec le moteur 1.09, cette annexe est placée directement à la fin du CCTP et, pour plus de rigueur, comporte désormais quatre tableaux traitant successivement :

- des normes visées par le CCTP sans lien avec le CCTG ;
- des normes visées par le CCTP remplaçant des normes contractualisées par des fascicules du CCTG ;
- des systèmes de qualification (certification, homologation, agrément, avis techniques) imposés par le CCTP ;
- des documents particuliers contractualisés par le CCTP (lois, décrets, arrêtés, circulaires, normes étrangères, guides techniques, etc.).

On notera que la dernière colonne de ces tableaux, qui permet de localiser le document visé dans le CCTP, est maintenant complétée automatiquement.

A la demande des utilisateurs, la sécurité qui empêchait de compléter les textes avant d'avoir répondu à toutes les questions a été supprimée. Il est donc maintenant possible de travailler cha-

pitre par chapitre, sans forcément avoir la réponse aux questions de détail que pose le logiciel dans les chapitres 2 à 4. Il est également possible d'accéder à tout moment aux aides qui accompagnent les textes à compléter, ce qui n'était pas le cas auparavant.

Le nouveau moteur permet aussi d'éditer un document donnant des recommandations pour la constitution du DCE et la rédaction des pièces écrites administratives. Sur la version 2001, ces recommandations sont encore très limitées. Elles s'étoffent toutefois dans les années à venir.

Pour l'anecdote, on retiendra enfin que la présentation du CCTP et du bordereau des prix a été encore améliorée, les macros pilotant la mise en forme allant jusqu'à s'assurer que les virgules sont bien collées aux mots qui les précèdent (on n'arrête pas le progrès... !)

La nouvelle bible OA 175

Fin 2000, la bible a subi de très nombreuses évolutions qui peuvent paraître peu spectaculaires à l'utilisateur mais qui ont occasionné un travail considérable à l'équipe en charge de la maintenance de la bible².

Sur le plan réglementaire tout d'abord, la bible a été modifiée pour tenir compte notamment :

- de l'abrogation du fascicule IV, titre 1 du CCTG (Fournitures d'acier et autres métaux - Armatures pour béton armé) ;
- de la modification du fascicule IV, titre III du CCTG (Fournitures d'acier et autres métaux - Aciers laminés pour construction métallique) ;
- de la mise à jour du fascicule 65A du CCTG et de son additif (Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension), cette dernière occasionnant à elle seule une bonne centaine de modifications dans le CCTP et le bordereau des prix.

1. Conception Assistée des Pièces Techniques des DCE.

2. En 2000, l'équipe chargée de la maintenance de la bible OA était composée de Dominique Weibel, de Véronique et Gilles Le Mestre, de Jacques Resplendino, de Bernard Favre et des auteurs du présent article.

La bible a également été mise en conformité avec différents guides techniques récemment édités par le SETRA. Pour ce qui concerne les guides sur la conception générale des ouvrages de soutènement, le calcul des PRAD et celui des appareils d'appui en caoutchouc fretté, les modifications sont limitées. Pour ce qui concerne le nouveau guide SETRA sur les appareils d'appui à pot de caoutchouc, elles sont plus importantes du fait notamment de l'introduction du calcul en fourchette sur le seuil de glissement des appareils mobiles.

Pour conclure sur la maintenance réglementaire, la bible a été calée sur le corpus normatif existant fin mars 2001, ce qui a nécessité l'analyse de nombreuses nouvelles normes. Parmi les plus importantes, on retiendra la nouvelle norme NF EN ISO 1461 (indice de classement : A 91-121) relative aux revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux, norme majeure pour la bible OA car utilisée dans la description d'un très grand nombre d'équipements de sécurité.

En ce qui concerne maintenant le champ technique couvert par la bible, celui-ci a peu évolué. Il est cependant désormais possible de traiter correctement les ouvrages à tablier en caisson en béton précontraint. A cet effet, plusieurs clauses et aides spécifiques à ce type de structure ont été introduites dans la bible, couvrant des

domaines aussi variés que les coupes transversales des caissons, le calcul de récolement, le calcul en flexion transversale des caissons, les voussoirs d'essai, l'installation électrique intérieure des caissons, les rails d'ancrage, etc...

Du bon usage de CAPT-DCE/OA

Pour conclure, nous souhaiterions rappeler que, malgré ces améliorations, les documents produits par le logiciel CAPT-DCE/OA ne sont pas des documents "clefs en main" mais plutôt des documents de base que le maître d'oeuvre et son bureau d'études doivent compléter par des clauses et des prix couvrant les problèmes spécifiques à leur ouvrage tels que contraintes particulières de site, contraintes d'exploitation, difficultés géotechniques particulières, etc.... Comme nous le faisons depuis la première version du logiciel, nous recommandons aussi de faire relire et analyser le CCTP par le laboratoire qui suivra les travaux. Cette analyse permet en effet de prendre en compte les spécificités des matériaux locaux, en particulier, celles des composants des bétons. Elle permet aussi d'intégrer des normes très récentes, non encore intégrées dans la bible OA.

Daniel de MATTEIS - Yvon MEURIC ■

Daniel de MATTEIS

SETRA CIOA
Tel : 01 46 11 32 12

Yvon MEURIC

SETRA CIOA
Tel : 01 46 11 33 22

Mise en place d'une équipe ressources Tranchées Couvertes au sein du réseau technique

La DREIF intervient fréquemment dans la conception et l'exécution des Ouvrages d'Art en Ile de France. Les projets réalisés ces dernières années ont comporté de nombreuses tranchées couvertes pour lesquelles une compétence nouvelle a été développée et identifiée comme équipe ressources pour l'ensemble du réseau technique. Le fonctionnement de cette équipe fait l'objet d'un protocole entre le SETRA, la DREIF et le CETU.

Son domaine d'intervention couvre tout problème de génie civil de tranchée couverte. Il faut entendre par là tout ouvrage entraînant une couverture partielle ou totale de voie de circulation, que celui-ci soit enterré ou non, mais réalisé à partir du terrain naturel ; les tunnels creusés sont exclus. Ces tranchées couvertes peuvent comporter des couvertures lourdes, semi-lourdes ou légères ainsi que des parties non couvertes (trémies, couvertures mixtes, damiers phoniques).

Cette équipe ressources présente la particularité d'associer l'aspect études de génie civil représenté par le Groupe Ouvrages d'Art de la DEITOA

et l'aspect géologie et hydrologie représenté par le groupe géologie mécanique des sols du LREP car pour les tranchées couvertes le lien est indispensable dans les études de conception et d'exploitation.

Sa vocation est d'intervenir en appui pour l'ensemble du réseau technique. A ce titre, les missions pouvant lui être confiées comprennent principalement des expertises, des assistances menées à la demande des autres CETE, des interventions d'études conduites à la demande de tiers ou des actions méthodologiques pour le compte du SETRA (méthodologie du génie civil) ou du CETU (interaction avec les équipements, cohérence des actions entre tranchées couvertes et tunnels sur les aspects gestion, entretien et sécurité).

Les interventions de cette équipe réalisées hors de sa zone d'action sont régies par la charte de fonctionnement des équipes ressources.

Hélène ABEL,
Evelyne HUMBERT ■

Hélène ABEL
SETRA CTOA
Tel : 01 46 11 32 58

Evelyne HUMBERT
DREIF - DEITOA
Tel : 01 40 61 89 60

Petit essai sur les ponts mégalithiques* d'Artannes sur Thouet*

*Les obstacles déconcertent les têtes faibles
et animent les bons esprits.*

Pierre Poivre (1719 - 1786)

Artannes, petite commune de Maine et Loire, fait partie du canton de Saumur et possède sur son territoire deux véritables curiosités pour ceux, que la découverte ou la simple promenade entraîneraient sur le chemin longeant les rives verdoyantes de la rivière nommée communément fossé d'Artannes.

Deux curiosités disais-je ! et il n'y a pas dans cette allégation l'ombre d'une exagération. Pour moi, qui fréquente les ponts depuis une vingtaine d'années, jamais mes chemins buissonniers ne m'ont amené à en rencontrer de pareils. Les ouvrages romains et autres ponts médiévaux remarquablement architecturés sont, somme toute, assez communs sur notre sol mais les deux ponts mégalithiques, de conception simple et tellement inhabituelle, enjambant avec une grâce certaine le fossé, l'un un peu en aval du moulin de la Motte, l'autre au pied du village, sertis dans leur écrin de verdure, sont un véritable régal pour l'œil.

Les pierres du tablier, bien que mal équarries et usées par les siècles passés, recouvertes à maints endroits de mousse émeraude, dessinent au-dessus des eaux une ligne fine et élégante en un léger dos-d'âne. Celles-ci, d'un poids conséquent - sans doute huit à dix de tonnes pour la plus importante - laissent à penser que des hommes d'un autre âge, ceux là même qui, il y a plus de quatre mille ans, les dressaient, pointe vers le ciel, dans de nombreux pays, aient pu en coucher quelques unes pour passer à pied sec fossés et rivières.

Pourtant, malgré leur aspect antédiluvien, ces ouvrages uniques, semble-t-il, ou du moins rares, en Maine et Loire, voire ailleurs, datent-ils de l'époque préhistorique ? Même si certains documents l'affirment, il y a lieu de rester prudent quant à cette assertion hasardée et se poser quelques questions de fond.





Tout d'abord, la dérivation de plus de 2,5 km des eaux du Thouet alimentant le fossé fut-elle réalisée de mains d'hommes, ou est-ce un bras mort de cette rivière à l'erratique cours ?

Si elle fut réalisée par nos semblables, qu'elle en était l'époque ?

Quand fut élevé le moulin de la Motte ?

Seules, la recherche et la lecture attentive de documents crédibles ou la mise en œuvre de fouilles archéologiques à proximité des ouvrages pourraient fournir quelques précieux renseignements.

Autre exemple, autre lieu. Le pont sur la Couze à Saint-Léger-la-Montagne en Haute Vienne, sous l'appellation "pont romain", ressemble à s'y méprendre, bien que les pierres du tablier aient une largeur un peu plus importante, aux ponts mégalithiques d'Artannes et évoque inévitablement dans l'esprit des gens, l'antiquité sinon la préhistoire.

Qui songerait qu'un simple paysan, aidé sans doute de bras amis, ait pu ériger cet ouvrage il y a deux ou trois siècles seulement pour franchir la rivière et désenclaver ainsi ses terres dans le but de les cultiver.

Et il est vrai - regardez pour plus de détails une carte IGN au 50 000^{ème} de cette zone - que

l'espace situé entre le fossé d'Artannes et le Thouet devait réserver, et réserve encore, des zones riches et propices à la culture grâce aux dépôts successifs d'alluvions générés par les crues répétées de la rivière dont le cours se signale par une végétation ripisylve typique de ces lieux.

Notre imagination, fertile parfois et souvent vagabonde, risque de nous entraîner rapidement en des âges que nous connaissons à peine, devenus évanescents au travers des brumes épaisses du temps.

Il existe pourtant, non loin de là, un menhir datant de l'époque néolithique* (les mégalithes ne sont pas rares dans la région : trois menhirs dans le proche environnement de Montreuil-Bellay, deux dolmens à Bagneux, un autre à Chacé...) et l'on trouve à Saint-Léger-la-Montagne des vestiges druidiques. La relation est alors aisée et le pas facile à franchir.

Il y a cependant une différence importante : le menhir a été taillé dans du granit (existe-t-il des affleurements ou des fronts de taille répertoriés en Maine et Loire ?) alors que les pierres des deux ponts ont été tirées du grès peut être originaire de la région de Verrie située à une douzaine de kilomètres d'Artannes.



Un pont a toujours été communément appelé un "ouvrage d'art" et, anciennement, les projets répondaient le plus souvent à cette appellation. Les deux ponts sur le fossé peuvent-ils prétendre à cela ? Personnellement et, en toute modestie, je le pense.

Même si les pierres, constituant un tablier à deux travées dissymétriques, semblent brutes de taille et assemblées sans souci du détail, si les culées ne sont qu'amoncellement de blocs d'assise horizontale, peut être extraits dans le voisinage du chantier, liés entre eux et jointoyés à la chaux ; si, enfin, la pile en rivière, de même nature que les pierres du tablier, révèle d'identiques défauts, l'ensemble, de prime abord, suggèrent en nous, il est vrai, une certaine dysharmonie.

À l'évidence, ces deux ponts ne peuvent rivaliser d'élégance avec d'autres, qu'ils soient du temps passé ou d'aujourd'hui, souvent d'un gracieux dessin et de belle facture. Néanmoins, dépourvus de pesantes fioritures, l'art, dans sa toute sobriété - j'allais écrire : primaire - est réel et le charme certain.

Ces ouvrages, peu larges, un mètre tout au plus, ne permettaient que le passage des hommes, voire d'animaux au pied sûr, interdisant tout transit de charrois. Ils n'avaient, comme je le

subodore, pour toute fonction que de desservir les cultures sises entre le Thouet et le fossé, exploitées par une population autochtone, principalement agricole, vivant alors au village.

C'est au travers de l'harmonie de leur silhouette et de leur intégration dans l'environnement où ils se situent, que s'apprécie dès le premier contact l'esthétisme d'un ouvrage. Ce souci, pour les ponts construits sur des chemins fréquentés, était le fait de maîtres d'œuvre locaux qui savaient incorporer leur savoir faire et leur touche de sensibilité dans le seul aspect d'une voûte ou d'un simple parapet. Ce n'est ici, pas le cas puisque, apparemment, les ponts d'Artannes se voulaient essentiellement utilitaires.

Faut-il pour cela les oublier ?

Faut-il que la modeste rivière roule sous leur douelle de sombres eaux et chante à leur mémoire de mornes nénies aux échos répétées ? Certes non !

Témoins depuis toujours de l'histoire des hommes, les ponts nous font remonter le temps, parcourir les modes de construction et les usages pour lesquels ils ont été érigés.

Du fait, pour nombre d'entre eux à franchir des gorges sans fond, d'être constitués de blocs cyclopéens où interviennent des forces surnaturelles voire divines, ou de leur histoire parfois tourmentée, des légendes et croyances pour toujours s'y attachent.

Ils sont pour tout cela bien plus qu'une simple construction nécessaire au franchissement d'une rivière ou d'un fleuve : ils sont la vie et méritent pour cela notre respect.

Que notre oreille, si souvent distraite, se fasse attentive un instant à ce que disait Paul Séjourné* :

"On doit respecter les choses qui ont duré. C'est une mauvaise action que de jeter à terre un fruit,

une parure de la terre de nos pères : c'est nous diminuer".

"Restons fidèles au passé, soutien du présent et garant de l'avenir et gardons des barbares nos vieux ponts, nos vieilles églises, toute notre vieille et belle France".

Alors qu'importe ! Ou'ils soient antiques ou d'époque plus récente, le plaisir reste entier.

Les ponts mégalithiques d'Artannes sur Thouet sont des ouvrages qu'il convient de protéger et, cela va de soit, de conserver absolument pour la plus grande joie de tous ceux qui auront l'avantage de les découvrir et d'admirer leur image doucement bercée sur les eaux.

Jean-Pierre ARLOT ■

*Mégalithique : du grec megalos, signifiant grand et lithos, signifiant pierre.

*Néolithique : du grec neos, signifiant nouveau et lithos, signifiant pierre. Etage de la préhistoire situé entre le Mésolithique et l'âge des métaux appelé aussi protohistoire.

*Thouet : rivière de l'ouest de la France d'une longueur de 140 km, passe à Parthenay, Thouars, Artannes et se jette dans la Loire à Saumur en rive gauche.

*Paul Séjourné : ingénieur français, (Orléans 1851 - Paris 1939), conçut des formes et des procédés d'exécution nouveaux pour la construction des ponts en maçonnerie.

Jean-Pierre ARLOT
DDE du Vaucluse - CDDA
Tel : 04 90 03 06 48

Le passage à l'Euro-norme



Le calcul
des ouvrages
de Génie Civil

Le passage
à l'EURO-norme



www.setra.fr/euronormes



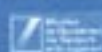
*Un site internet
pratique
et convivial*

www.setra.fr/euronormes



*Un site internet
utile*

...





Euronormes



Ce site s'adresse :

- aux services de l'équipement
- aux collectivités territoriales
- aux professionnels de l'ingénierie de projet, bureaux d'études et entreprises
- aux sociétés savantes et aux comités
- aux écoles et aux universités

Le passage à l'Euro-norme

 **Euronormes** 
POUR SAVOIR

- Connaître l'actualité sur les normes techniques et les Eurocodes
- Accéder en ligne à des textes réglementaires
- Consulter des documents et des guides d'accompagnement des normes (catalogue officiel des documents techniques applicable au calcul des structures)

 **Euronormes** 
POUR SAVOIR FAIRE

Le site Euronormes présente plus particulièrement :

- Certaines normes techniques de construction : produits, essais, DTU...
- Les Eurocodes (textes intégraux), nouvelles normes européennes de calcul des structures :
→ *ENV* : normes provisoires déjà votés (textes à jour)
→ *EN* : normes définitives en préparation, généralement sur la base des ENV

 **Euronormes** 
POUR SAVOIR BIEN FAIRE

Le site traite également de l'esprit des Eurocodes :

- *dictionnaire technique, glossaire, index*
- *agendas, comptes rendus de réunion*
- *textes de références, dossiers, exemples*
- *documents d'explications et d'applications*
- *discussions techniques, rapports d'expertise*

 **Le site Euronormes** 

Améliorer les projets

Créer des liens essentiels

Une chaîne de réalisation d'études de qualité...

Contact :
Michel PRAT
SETRA CTDA
Tel : 01 46 11 32 04

Yvon MEURIC
SETRA CTDA
Tel : 01 46 11 33 22

Conception de la précontrainte extérieure au béton

Projet de circulaire

1. Situation actuelle pour les ouvrages existants

Dans la très grande majorité des structures existantes, la protection des câbles extérieurs est assurée par un conduit étanche en PEHD injecté au coulis de ciment.

Une double enveloppe dans les zones de traversée du béton (déviateurs et zones d'ancrage) réserve la possibilité de démonter les câbles sans affecter le béton de structure.

L'énergie élastique emmagasinée au cours de la mise en tension d'un câble de grande longueur est considérable. Elle peut provoquer un fouettement du câble et une expulsion de ses extrémités lors de la coupe. Ce phénomène s'explique par l'intervention de l'adhérence entre les armatures et le coulis qui fait du câble une entité composite à part entière en interdisant à ses différents constituants (en général torons) tout comportement individuel, sauf de façon très locale.

C'est pourquoi, lors des opérations de démontage ou de détension sur des ouvrages existants, il faut prendre des précautions particulières visant à limiter les aléas sur la sécurité du personnel et la pérennité des structures. Ces précautions peuvent conduire à des dispositifs lourds, difficiles à mettre en place et coûteux.

2. Dispositions à prendre pour les ouvrages à construire

Il importe par conséquent, dans les structures à construire, de réduire l'énergie libérable en une fois par une rupture ou par une coupure d'acier. Ceci conduit :

- soit à désolidariser les armatures élémentaires des câbles longs,
- soit à cloisonner les câbles sur leur longueur en éléments pouvant se comporter indépendamment les uns des autres.

Compte tenu de l'état actuel des technologies, deux familles de solutions sont envisageables :

■ 2.1 Solutions de type a

Elles consistent à éviter toute possibilité de transfert d'effort d'un toron à l'autre par adhérence en utilisant un produit souple qualifié pour assurer la protection directe des aciers.

Deux solutions de type a sont possibles :

- **Solution a1** : loger le faisceau de torons clairs constituant le câble dans un conduit général qu'on injecte de produit souple après mise en tension des armatures. Ce produit souple doit être éprouvé, et assurer un remplissage correct entre les fils élémentaires tout en permettant la libre circulation de l'armature. Il importe alors de prendre des précautions particulières dans les déviations pour y éviter l'écrasement du conduit s'il est en plastique, sous l'effet de la poussée au vide permanente de l'ensemble des torons. Il convient de remarquer, par ailleurs que si le produit de remplissage doit être injecté à chaud, les problèmes de dilatation et de retrait thermique peuvent nécessiter la mise en œuvre de dispositions spécifiques adaptées, et qu'enfin, ce type de protection est particulièrement sensible au feu.
- **Solution a2** : enfiler un ensemble de torons protégés-gainés dans un conduit général qu'on injecte au coulis de ciment avant d'effectuer la mise en tension, le coulis n'ayant plus alors la fonction de protection de l'acier (assurée par la graisse et le gainage individuel des torons) mais uniquement celle « d'écarteur » destinée à figer la position relative des armatures individuelles.

D'autres solutions sont imaginables au sein de la famille a, laquelle implique simplement :

- l'absence d'adhérence entre armatures de telle façon que la rupture ou la coupure de

l'une d'entre elles reste sans effet sensible sur les autres,

- la présence d'un dispositif général anti-fouettement,
- la présence de dispositions particulières afin de ne pas endommager la protection des torons dans les déviations.

■ 2.2 Solutions de type b

Elles conservent le principe d'une injection au coulis de ciment pour combler le vide entre les torons clairs et le conduit, en prenant en compte les améliorations apportées aux coulis par la circulaire n° 99-54 du 20 Août 1999 instituant leur Avis Technique.

Il faut alors limiter la longueur de câble intéressée par une rupture ou une coupure. Deux solutions de type b sont envisageables :

- **Solution b1** : rétablir une solidarisation totale ou partielle à la structure à la traversée des déviateurs, qui doivent alors être dimensionnés pour reprendre les efforts correspondants.
- **Solution b2** : prévoir des dispositifs amortisseurs adaptés au problème le long du tracé du câble.

Dans tous les cas, des dispositions technologiques permettant d'assurer la démontabilité et le remplacement des câbles doivent être prévues et faire l'objet d'une validation si aucune application concrète de ces idées n'a été réalisée.

D'autres solutions technologiques sont imaginables, pour autant que la conception des ouvrages

permette une certaine latitude sur l'encombrement géométrique des câbles et de leurs organes d'ancrage.

La solution consistant à disposer des faisceaux de torons élémentaires protégés-gainés normalisés, sans gaine collective sera évitée. En effet, l'épaisseur de la gaine plastique du toron élémentaire normalisé n'est pas suffisante pour assurer la pérennité des armatures dans ce cas et la gaine collective est indispensable pour la sécurité des personnels d'exploitation.

3. Conclusion

Dans la pratique il est demandé aux maîtres d'œuvre d'établir leurs consultations sur les solutions suivantes :

- **solutions de type a**,
- **solutions de type b**, pour autant que soient satisfaites toutes les exigences énoncées en 2-2 ci-avant,
- d'admettre au niveau du règlement de la consultation des variantes concernant la protection des armatures extérieures, à condition qu'il soit démontré par l'entrepreneur que les dispositions retenues permettent un démontage maîtrisé.

Dans tous les cas, les détails technologiques des solutions proposées, ainsi que les conditions de leur démontabilité, devront être définis avant signature du marché et faire l'objet d'une autorisation d'emploi de la CIP, ce qui implique que ses rapporteurs soient saisis suffisamment en amont.



■ Formation ENPC dans le domaine des ouvrages d'art

Conception générale et choix d'un ouvrage de soutènement - session flash	31 janvier 2002
Les appareils d'appui structuraux pour ouvrages d'art - session flash	5 mars 2002
Les joints de chaussée des ponts routes - session flash	6 mars 2002
Les bases de la justification des constructions : l'Eurocode EN 1990	7 et 8 mars 2002
Cycle "Projet de tunnels" : 1- Pilotage des études et conception du génie civil	11 et 12 mars 2002
Conduire un projet de réparation	11 au 13 mars 2002
Concevoir et construire les passerelles piétonnes et cyclables	18 au 20 mars 2002
Pratique de la mise en œuvre et de la réparation du béton en montagne - session flash	26 mars 2002
Calculer les structures avec l'Eurocode 2	26 au 28 mars 2002

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



■ Formation CTICM dans le domaine des ouvrages d'art

Vibrations des constructions métalliques	25 au 27 mars 2002
--	--------------------

Renseignements et programmes détaillés des stages CTICM : Formation Continue - Danielle CLAVAUD 01 30 85 20 57

COMITÉ DE RÉDACTION

SETRA:

Mme Abel-Michel,
MM. Bouchon, Millan

CETE:

M. Paillasseau (Bordeaux)
M. Tavakoli (Lyon)
M. Carles (Aix)

DDE:

M. Brazillier (DDE 89)
M. Bouvy (AIGA-A75)

LCPC:

M. Godart

IGOA:

M. Bois

Coordination:

Jocelyne Jacob (Setra-Croix)
Tél : 01 46 11 32 79
Fax : 01 46 11 34 74
Jacqueline Thion (Setra-Eac)
Tél : 01 46 11 34 82

Réalisation:

Barbara de Cuarter • Tél : 01 44 58 52 55
www.barbary-cuarter.com

Flashage:

Est. Neuf • Tél : 01 40 47 86 27

Impression:

MC Graphic
Tél : 01 34 94 32 00

ISSN:

1266-186X

BON DE COMMANDE

POUR RECEVOIR LES PUBLICATIONS DU CTOA

Retournez votre commande - ou laissez-la - 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 _____ exemplaire(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 : 20 frs pour toute commande inférieure à 150 frs, 30 frs pour toute commande égale ou supérieure à 150 frs

Autres pays : 10 % du montant de la commande avec un minimum de 40 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 : RCFIN 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



CARTE DES COULEURS

issues du nuancier RAL, pour certification par
l'ACQPA après l'essai "FLORIDE"
conformément à la norme NFT 34 554-1



RAL 1003 - Jaune sécurité



RAL 3020 - Rouge trafic



RAL 6005 - Vert mousse



RAL 1015 - Ivoire clair



RAL 5003 - Bleu saphir



RAL 6011 - Vert réséda



RAL 1021 - Jaune de cadmium



RAL 5009 - Bleu azur



RAL 6018 - Vert jaune



RAL 1028 - Jaune melon



RAL 5010 - Bleu gentiane



RAL 7001 - Gris argent



RAL 2010 - Orange sécurité



RAL 5015 - Bleu ciel



RAL 7005 - Gris lumière



RAL 3001 - Rouge sécurité



RAL 5019 - Bleu capri



RAL 8003 - Brun argile



RAL 3004 - Rouge pourpre



RAL 5021 - Bleu d'eau



RAL 9005 - Noir profond



RAL 3009 - Rouge oxyde

Édition
Janvier 1999

RAL 9010 - Blanc pur



Le kiosque du SETRA

PUBLICATIONS

■ Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers

Barrières de niveau N en accotement – Aménagement en TPC
 • Réf. F0115 – Prix : 21 € (137,75 F)

Ce guide est destiné tant aux concepteurs de pont qu'à ceux ayant en charge la gestion d'un parc d'ouvrages. Il traite de l'utilisation des barrières de retenue pour les véhicules légers et de leur implantation dans les ouvrages tant en bord droit qu'en Terre Plein Central.

Après un rappel de la réglementation qui régit de façon stricte l'emploi des barrières de sécurité, le guide présente les différents modèles de barrières de niveau N (retenue des véhicules légers) et décline les principaux critères de choix des produits (efficacité, masse, encombrement, facilité d'entretien, propriétés particulières, coût, etc.).

■ Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds

(Barrières de niveau H2 ou H3)
Note de mise à jour n°1 – Septembre 2001
 • Réf. F0116 (6 pages) – Gratuit

Cette note de mise à jour fait état des résultats de l'application de la solution à base de douilles collées décrites dans la note d'information n° 22 et dans le guide GC "Barrières pour la retenue des PL – Barrières de niveau H" et conseille de s'orienter vers une autre solution de réparation à base de douilles à double filetage.

■ Avis techniques – Joints de chaussée

Produit	Entreprise	Date	Validité	Ref.
GPE 160	PCB	Mai 2001	Mai 2003	F8879.74
JEP 3/5 CIPEC	FREYSSINET FRANCE	Mai 2001	Mai 2006	F8879.75
WR 50 CIPEC	FREYSSINET FRANCE	Mai 2001	Mai 2006	F8879.76
Wd 110 CIPEC	FREYSSINET FRANCE	Mai 2001	Mai 2006	F8879.77
Wd 160-230 CIPEC	FREYSSINET FRANCE	Mai 2001	Mai 2006	F8879.78

Rappel : le prix de chaque avis technique est de 3 € - 20 F.

LOGICIEL

■ Logiciel ARMA

(à paraître)

Calcul d'armatures en béton armé. Version 4.00 – Juin 2001
 • Réf. L15-0106 (Coffret : manuel + CD-Rom + disquette)

Le logiciel ARMA calcule et vérifie les armatures d'une section en béton armé conformément au règlement BAEL, en utilisant les lois de comportement ELS et ELU.

Les sections calculées sont à symétrie axiale, et composées d'un empilement de trapèzes. La vérification de sections circulaires est possible en les assimilant à des sections polygonales régulières.

Le logiciel offre les fonctionnalités suivantes :

- le calcul des caractéristiques mécaniques ;
- la vérification des efforts et contraintes ;
- le dimensionnement des aciers d'une section ;
- le dessin de la section et des diagrammes d'interaction [M-N].

■ Logiciel CAPT-DCE/OA

Conception assistée des pièces écrites techniques des DCE de ponts courants.
Version de octobre 2001

• Réf. L47-9904 - Prix : 1 750 € si premier achat, 460 € si achat en tant que mise à jour.

La version 2001 du logiciel CAPT-DCE/OA est composée de la version 1.09 du logiciel général CAPT-DCE et de la bible OA 175.

Le moteur 1.09 reprend toutes les fonctionnalités du moteur 1.07e. Il fonctionne toutefois désormais sous tous les environnements Windows récents (95, 98, 2000, NT), avec les packs Office associés (95, 97, 2000). Il bénéficie également de diverses améliorations demandées par ses utilisateurs.

La bible OA a subi de nombreuses modifications dues à des changements réglementaires (fascicules du CCTG, circulaires, normes) ou à la parution de guides SETRA. Elle couvre désormais le domaine des ponts courants mais aussi celui des ponts à tablier en caisson BP.