



# NOTE D'INFORMATION

OUVRAGES  
D'ART

14

## ELEMENTS COFFRANTS EN BETON ARME UTILISES COMME COFFRAGES PERDUS

Auteur : SETRA / CTOA

Editeur : 

FEVRIER 1991

### RESUME

*Pour le bétonnage des hourdis généraux coulés au dessus de poutres préfabriquées, on a fréquemment recours à des coffrages perdus. Bien que ces éléments ne participent pas à la résistance de la structure, ils doivent cependant résister aux sollicitations qui leur sont appliquées en phase de construction et présenter ensuite une durabilité et un aspect satisfaisants.*

*La présente note d'information définit les actions et sollicitations appliquées à ces éléments coffrants. Elle fournit les prescriptions relatives au béton et aux armatures permettant d'assurer la durabilité des éléments dans les trois hypothèses relatives à la fissuration et explique les raisons pour lesquelles il a été nécessaire de déroger aux règles B.A.E.L 90. Elle présente enfin des schémas explicitant d'une part des dispositions constructives satisfaisantes et d'autre part des erreurs à éviter.*

*Cette note d'information a été rédigée afin de pouvoir être contractualisée dans les C.C.T.P. qui la complètent en tant que de besoin.*

### 1 - DOMAINE D'EMPLOI

Les éléments coffrants en béton armé sont utilisés pour les portées entre appuis sur les poutres dépassant 0,80 m. En dessous de cette portée, il est préférable d'avoir recours à des plaques minces en mortier de fibres (amiante-ciment...)

### 2 - TEXTES DE REFERENCE

- (A) - Dossier PRAD 73 ( S.E.T.R.A. - C.T.O.A. )
- (B) - Cahier des Prescriptions Techniques (C.P.T.) relatif aux procédés de planchers  
Titre II « planchers à prédalles » C.S.T.B. 1985
- (C) - Fascicule 62, Titre premier, Section 1 - Règles B.A.E.L 90
- (D) - Grands Ouvrages en béton précontraint (Ponts à poutres préfabriquées)  
Bulletin Technique A.F.P.C., Journées d'étude C.E.I.F.I.C.I. - A.F.P.C.  
des 24 et 25 Octobre 1979
- (E) - Recommandations relatives au démoulage des éléments préfabriqués  
C.T.N.B.T.P. du 10 Juin 1981 - Annales de l'I.T.B.T.P. n° 405 de Juin 1988
- (F) - Fascicule 65 du C.C.T.G.

### 3 - CONDITIONS TECHNIQUES AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE LES ELEMENTS COFFRANTS

Les éléments coffrants qui ne participent pas à la résistance de la structure doivent cependant résister aux sollicitations auxquelles il sont soumis en cours de décoffrage, de manutention et lors du bétonnage du hourdis. En outre, comme ils restent à demeure dans l'ouvrage, ils doivent présenter un aspect et une durabilité satisfaisants. Enfin, ils doivent être liés au hourdis coulé en place afin d'éviter la chute de tout ou partie d'un élément pendant la durée de vie de l'ouvrage.

Le fascicule 65 du C.C.T.G. est applicable à la fabrication, à la mise en place et à l'utilisation de ces éléments coffrants et en particulier les stipulations relatives aux ouvrages provisoires.

Au même titre que l'ouvrage, ils relèvent de l'Instruction sur la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art du 19 Octobre 1979.

### 4 - ACTIONS ET SOLLICITATIONS AUXQUELLES SONT SOUMIS DES ELEMENTS COFFRANTS

#### 4.1 - Actions

##### 4.1.1 - Généralités

L'entrepreneur fixe les diverses actions qui s'appliquent aux éléments coffrants durant les différentes phases du chantier. Les valeurs de celles-ci ne peuvent être inférieures à celles figurant dans le présent document.

##### 4.1.2 - Actions lors du décoffrage et en cours de manutention

- Les recommandations relatives au démoulage des éléments préfabriqués (E) évaluent l'effort de décoffrage de la façon suivante :

$$F = k \cdot a \cdot G$$

où  $k = 1,70$  valeur de référence

où  $a$  dépend du mode opératoire

- dans le cas d'un levage normal c'est-à-dire un tirage en plusieurs points, perpendiculaire au plan du coffrage  $a = 0,8$

- dans les autres cas se reporter au document (E)

et où  $G$  est le poids propre de l'élément.

Ces formules sont applicables aux éléments plans d'épaisseur courante de 5 à 25 cm, coulés sur des coffrages revêtus d'un démoulant.

- En cours de manutention à la grue, les effets dynamiques sont du même ordre de grandeur.

Il y a lieu de tenir compte de l'âge du béton au moment du décoffrage et de la manutention, notamment pour l'évaluation de la résistance.

#### 4.1.3 - Actions en cours de bétonnage du hourdis

L'article B.7.6,2 du B.A.E.L. 90, le C.P.T relatif aux procédés de planchers (B) et le fascicule 65 du C.C.T.G (F) définissent les actions suivantes :

##### Actions permanentes G :

- Le poids propre de l'élément :
- Le poids du béton du hourdis coulé en place.

##### Actions variables Q :

- Lorsque le béton est mis en place à la benne, un déversement localisé peut se produire. Dans ce cas, la pression exercée par le béton frais peut atteindre :

$$P_h = \rho \cdot h$$

avec  $\rho$  = masse volumique du béton frais (en général  $2400 \text{ kg/m}^3$ )

$h$  = hauteur moyenne du tas de béton frais. Cette hauteur est fonction de la consistance, liée à l'affaissement au cône, et de la taille de la benne.

- Les charges courantes de chantier appliquées en cours de bétonnage sont celles définies par le fascicule 65 du C.C.T.G. dans son annexe technique relative aux bases des justifications de résistance et de comportement des ouvrages provisoires :

- $500 \text{ kg/m}^2$  sur une surface de  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  disposée de la manière la plus défavorable;
- $75 \text{ kg/m}^2$  sur le reste de la surface horizontale à bétonner.

Il est précisé que la hauteur de chute ne doit en aucun cas dépasser un mètre et que l'impact violent d'une benne n'est pas pris en compte.

**Commentaire :** Les effets de ces charges sont plus défavorables que ceux développés par les charges visées à l'article B.7.6,2 du B.A.E.L. 90.

#### 4.1.4 - Conditions d'appui

Les actions parasites dues aux imperfections d'exécution ne sont pas prises en compte dans les calculs, sous réserve que les défauts de planéité des surfaces d'appui des poutres et des éléments coffrants soient compensés lors de la pose.

## **4.2 - Sollicitations de calcul (article A.3.3 du B.A.E.L. 90)**

### **4.2.1 - Sollicitations de calcul vis-à-vis des états-limites ultimes de résistance**

Les sollicitations à considérer résultent de la combinaison d'actions fondamentale suivante :

$$1,35 G + 1,5 Q$$

qui est la combinaison usuelle.

### **4.2.2 - Sollicitations de calcul vis-à-vis des états-limites de service**

Les sollicitations à considérer résultent de la combinaison d'actions suivante :

$$G + Q$$

qui est la combinaison usuelle.

## **5 - CONDITIONS DE DURABILITE**

### **5.1 - Condition de non fragilité : (Article A.4.2 du B.A.E.L 90)**

La condition de non fragilité doit être respectée dans les deux directions de ferrailage.

### **5.2 - Etat-limite d'ouverture des fissures : (Article A.4.5 du B.A.E.L 90)**

Les éléments coffrants étant des pièces minces comportant des armatures de faible diamètre, la fissuration est :

- supposée peu préjudiciable dans les cas courants, si le milieu est peu agressif ; par exemple pour les ouvrages bien aérés en dehors des zones d'atmosphère agressive...

- supposée préjudiciable en milieu moyennement agressif ; par exemple pour les ouvrages situés à faible hauteur au dessus d'un plan d'eau, donc soumis à des condensations fréquentes...

- supposée très préjudiciable en milieu fortement agressif ; par exemple pour les ouvrages situés au dessus d'une voie à forte circulation où sont utilisés très fréquemment des sels de déverglaçage, compte tenu de l'agressivité des embruns produits par la circulation et pour les ouvrages situés au bord ou à proximité de la mer...

Le strict respect de l'ensemble des dispositions constructives afférentes aux règles de fissuration préjudiciable ou très préjudiciable, complétées par celles de l'article A.7.1 relatives à la protection des armatures et celles de l'article A.7.2, obligerait à donner des épaisseurs importantes aux éléments coffrants, ce qui conduirait à placer les armatures dans la partie supérieure de l'élément, c'est-à-dire dans une zone où elles n'auraient qu'une efficacité très réduite vis à vis de la fissuration, ce qui est contraire au but recherché.

En conséquence, il conviendra d'appliquer les prescriptions du tableau suivant, en dérogation aux articles sus-visés du B.A.E.L 90.

DESIGNATION DES DEROGATIONS	FISSURATION PEU PREJUDICIALE	FISSURATION PREJUDICIALE	FISSURATION TRES PREJUDICIALE
Limitation de la contrainte de traction des armatures à l'E.L.S.	ARMATURES LISSES  160 MPa  ARMATURES HA  300 MPa	sans changement  min $\begin{cases} 450 \sqrt{\eta f_{tj}/\phi} \\ 2/3 f_c \end{cases}$  MPa	sans changement  min $\begin{cases} 350 \sqrt{\eta f_{tj}/\phi} \\ 0,5 f_c \end{cases}$  MPa
Diamètre des armatures	$\geq 4$ mm	$\geq 5$ mm	$\geq 6$ mm
Epaisseur minimale	$\geq 4,5$ cm	$\geq 5$ cm	$\geq 6$ cm
Enrobage minimal en intrados des armatures porteuses (*)	$\geq 2$ cm	$\geq 2$ cm	$\geq 2,5$ cm
Enrobage minimal en extrados des armatures de répartition	$\geq 1$ cm		
Espacement maximal des armatures : - porteuses  - de répartition	3 h ou 20 cm  4 h ou 25 cm		

(\*) L'enrobage minimum a été sensiblement maintenu partout car il n'est pas possible de l'augmenter sans mettre en cause le dimensionnement de l'élément coffrant.

## **Commentaires :**

Le C.C.T.P fixe les règles applicables ; les dérogations au B.A.E.L. 90 de ce paragraphe doivent être récapitulées dans le C.C.A.P.

Cependant, dans le cas où l'expérience sur les ouvrages environnants montre que le milieu est particulièrement agressif et si le maître d'ouvrage souhaite imposer une durée de vie élevée aux éléments coffrants, bien qu'ils ne participent pas à la résistance de la structure, notamment pour des raisons de sécurité ou en raison d'une probabilité forte d'un mauvais entretien, il peut demander que soient mis en oeuvre des procédés de protection des armatures dont l'efficacité a été démontrée. Le recours à de tels procédés autorise à considérer que l'on se trouve ramené au cas de la fissuration préjudiciable.

Une autre solution pourrait consister à utiliser des mortiers ou des bétons de fibres, insensibles à la corrosion, mais cependant renforcés par quelques armatures convenablement protégées contre la corrosion qui seraient chargées d'éviter une rupture fragile.

Enfin, le recours à des enduits de protection des surfaces exposées peut également être envisagé.

### **5.3 - Choix des matériaux**

Le béton constituant les éléments coffrants sera au moins de la même classe que celui du béton du hourdis, sans descendre en dessous de la classe B.30.

Il sera dosé à 400 kg /m<sup>3</sup> de ciment C.P.A normal ou prise mer, ou de ciment C.P.J normal ou prise mer, mais à faible teneur en fillers. En toute hypothèse, une grande compacité du béton des éléments coffrants est favorable à leur durabilité. Les éléments coffrants ne pourront être mis en oeuvre que lorsqu'ils auront atteint l'âge de vingt-huit jours (28 jours).

La norme NF P18-011 donne la classification des milieux agressifs et les précautions à prendre (composition des bétons, choix des ciments, enduits de protections...).

### **5.4 - Autres dispositions constructives**

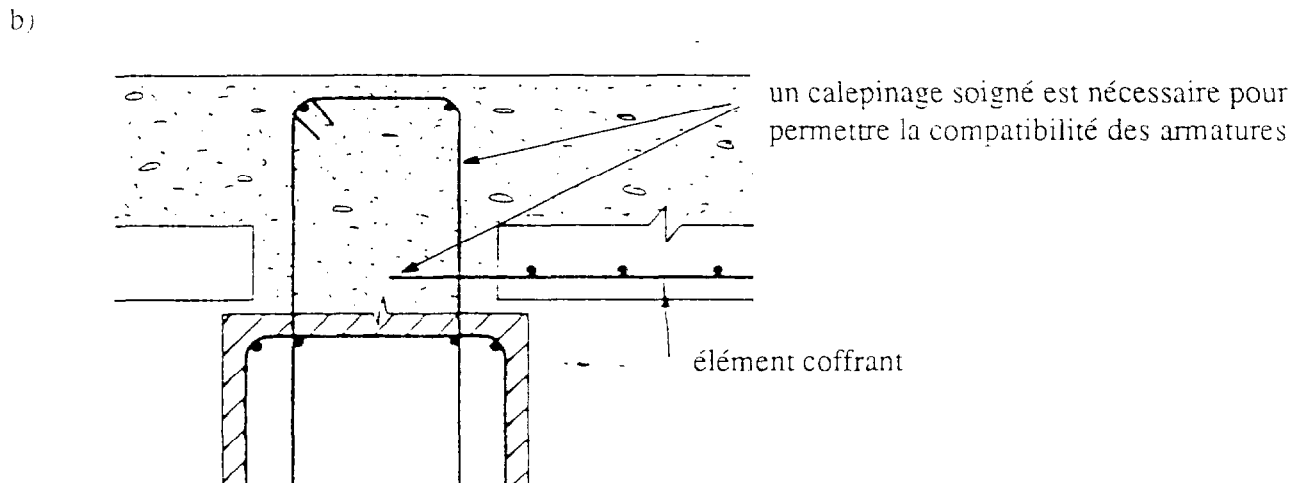
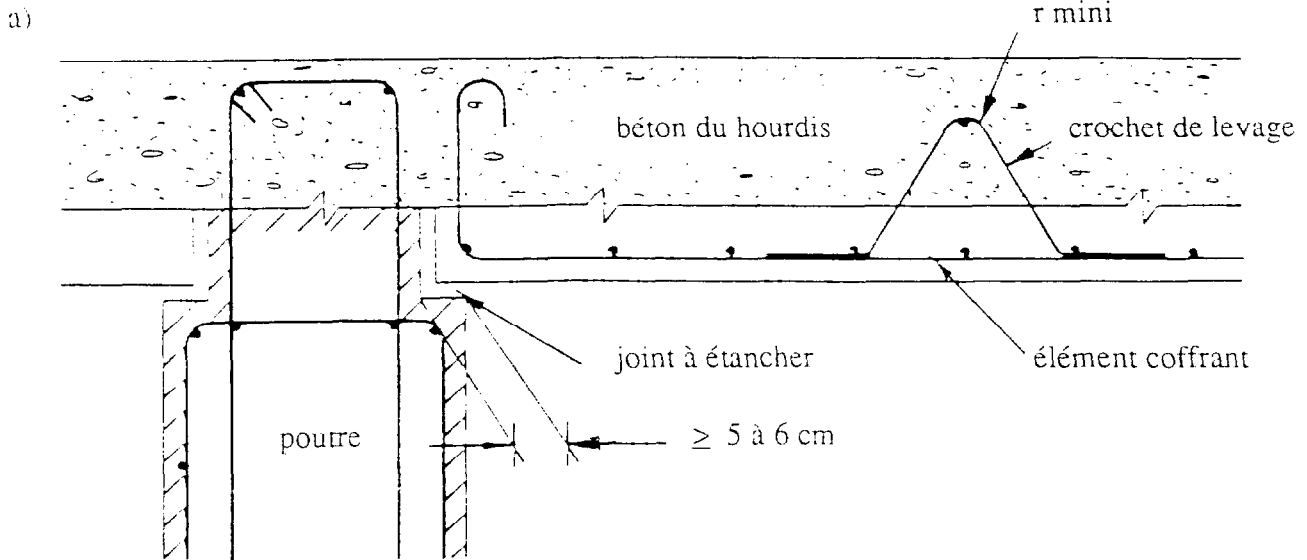
#### **5.4.1 - Appui de l'élément coffrant sur les poutres et liaisons avec le béton coulé en place :**

La partie de l'élément coffrant appuyée sur la poutre doit être armée, de même que la partie de la poutre servant d'appui.

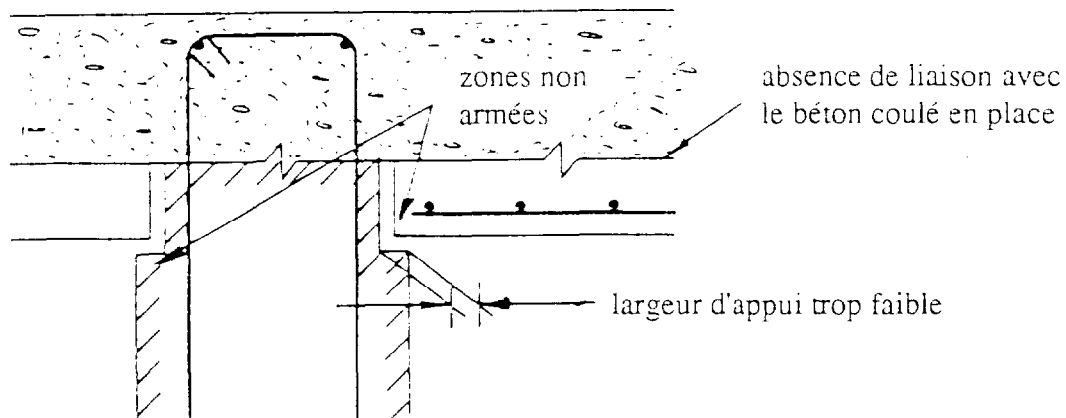
Les défauts de planéité des surfaces d'appui doivent être compensés par des procédés appropriés (pose à bain de mortier, mise en place de bande résilientes...).

Des armatures de liaison entre l'élément coffrant et le béton coulé en place en deuxième phase doivent être mises en oeuvre pour éviter la chute éventuelle de tout ou partie de cet élément coffrant si ce dernier venait à se désolidariser du hourdis au cours de la vie de l'ouvrage et se dégradait fortement.

## DISPOSITIONS CORRECTES



## DISPOSITION INCORRECTE



### 5.4.2 - Etanchéité

Des produits de calfeutrement ou de pontage (mortiers, mastics à base de liants organiques, bandes résilientes, feuilles collées...) doivent être mis en oeuvre au droit des joints entre les différents éléments et entre les éléments et les poutres pour éviter les fuites de laitance.

### 5.4.3 - Calage des armatures du hourdis coulé en place

Les armatures du hourdis coulé en place doivent être convenablement enrobées de béton (enrobage supérieur ou égal à un diamètre avec une valeur minimale de 1 cm) et donc ne pas être posées directement sur les éléments coffrants.

## 6 - POINTS NON TRAITÉS PAR LA PRÉSENTE NOTE

La présente note ne traite pas des points suivants qui doivent faire l'objet de stipulations particulières dans les C.C.T.P. :

- les dispositions à prendre contre les effets du gel (1);
- les prescriptions relatives aux parements (1);
- la fabrication, le transport, la manutention, le stockage, la réception et le contrôle (2).

(1) - Consulter les rédacteurs de la présente note.

(2) - Se reporter au fascicule 65 du C.C.T.G., notamment au chapitre relatif aux éléments préfabriqués.

Cette note a été rédigée par:

VIRLOGEUX Michel, MILLAN Angel Luis, POINEAU Daniel, JAFFRE Yann  
Division des Grands Ouvrages et Division Ouvrages Types  
Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art  
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

S.E.T.R.A., 46, avenue Aristide-Briand, 92223 Bagneux - France

Tel: (1) 42 31 31 31 - Télex 260 763 F

Renseignements Techniques : D. POINEAU - CTOA - Tél.: (1) 42 31 32 82 et Y. JAFFRE - Tél.: (1) 42 31 32 44

Bureau de vente - Tél: (1) 42 31 31 53 - 42 31 31 55 - Référence du document : F 9111

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : A 02

#### AVERTISSEMENT:

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité, ni de son auteur, ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

*Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même, partiellement, sans son autorisation.*