

FEDERATION DE L'INDUSTRIE DU BETON

**S.P.I.P. - FIB PLANCHERS-OSSATURES**

**REGLES DE CALCUL  
RELATIVES AU DIMENSIONNEMENT  
DES PLANCHERS  
À PREDALLES EPAISSES**

**NOVEMBRE 1998**

**5, rue Louis Lejeune - 92128 MONTRouGE CEDEX  
Tél : 01 49 65 09 09 - Télécopie : 01 49 65 08 61**

**MEMBRE DE LA FÉDÉRATION DE L'INDUSTRIE DU BÉTON**

## **Rédacteurs :**

<b>Messieurs :</b>	<b>G. BOUZAT</b>	<b>CERIB</b>
	<b>A. CHASSEIGNAUX</b>	<b>SOPREL / SPIP</b>
	<b>J. DARDARE</b>	<b>CERIB</b>
	<b>M. DELMAS</b>	<b>SEAC GUIRAUD / SPIP</b>
	<b>JC. LAURENTI</b>	<b>RECTOR / SPIP</b>
	<b>J.Y. LEFLOCH</b>	<b>EUROPE ETUDES GECTI /SPIP</b>
	<b>JP. PY</b>	<b>SARET / SPIP</b>
	<b>R. ROQUÉ</b>	<b>OTEP / SPIP</b>
	<b>C. SCHMITT</b>	<b>AFBA</b>

# SOMMAIRE

1. OBJET .....	5
2. DOMAINE D'APPLICATION .....	5
3. NOTATIONS .....	5
4. DÉTERMINATION DES SOLlicitATIONS.....	6
4.1. Cas de la charge uniformément répartie .....	6
4.2. Cas de la charge linéique.....	8
4.3. Cas de la charge ponctuelle.....	10
5. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES JOINTS ENTRE PRÉDALLES.....	11
5.1. Types de joints. Caractéristiques géométriques .....	11
5.1.1 Joint à bord franc .....	11
5.1.2 Joint rugueux .....	11
5.1.3 Joint-clef .....	12
5.2. Dimensionnement des joints .....	13
5.2.1 Longueur de calcul $l_j$ et hauteur efficace du joint.....	13
5.2.2 Calcul des joints.....	14
6. VÉRIFICATION EN FLEXION DES PLANCHERS À PRÉDALLES ÉPAISSES PRECONTRAINTEs .....	16
6.1. Vérification en situations provisoires .....	16
6.1.1 Mise en précontrainte, manutention, stockage .....	16
6.1.2 Mise en oeuvre (phases provisoires de chantier) .....	17
6.2. Vérification en situations durables.....	17
6.2.1 Limitation des contraintes en conditions de service (calcul ELS) .....	17
6.2.2 Calcul à l'ELU .....	19
7. VÉRIFICATION EN FLEXION DES PLANCHERS A PRÉDALLES ÉPAISSES EN BÉTON ARMÉ.....	19
8. VÉRIFICATION DU MONOLITHISME .....	19
9. CALCUL DE LA FLÈCHE ACTIVE .....	20
10. UTILISATION EN ZONE SISMIQUE .....	20

## 1. OBJET

Les prescriptions qui suivent visent le dimensionnement des planchers à prédalles dites "épaisses", c'est-à-dire les prédalles pour lesquelles l'épaisseur  $h_p$  est supérieure à la mi-épaisseur  $h_t/2$  du plancher fini. L'épaisseur des prédalles est, au plus, de 18 centimètres et l'épaisseur « $h_o$ » du béton coulé en œuvre sur les prédalles est au moins égale à 5 centimètres.

Elles prennent en compte l'influence des coupures au droit des joints et définissent les prescriptions afférentes à ces derniers. En effet, les sollicitations développées dans ce type de plancher sont conditionnées par la morphologie du joint. Ainsi, suivant la capacité du joint à transmettre des moments transversaux, le comportement structural des planchers à prédalles épaisses se situe entre celui d'une dalle monolithe (transmission complète des moments transversaux et de l'effort tranchant) et celui des dalles articulées le long des joints (transmission uniquement de l'effort tranchant au droit du joint).

## 2. DOMAINE D'APPLICATION

Les présentes règles sont établies pour des planchers soumis à des charges qui sont visées dans le CPT-Titre II.

Sont considérées dans les présentes prescriptions les planchers à prédalles en béton armé ou en béton précontraint fabriquées en usine fixe. Les planchers reposent sur deux, trois ou quatre lignes d'appui et sont soumis à des charges quelconques : uniformément réparties, linéiques ou ponctuelles, statiques ou mobiles.

## 3. NOTATIONS

$A_c$	Aire de la section d'acier des coutures horizontales
$A_s$	Aire de la section d'acier des suspentes
$A_{s,min}$	Aire minimale de la section d'acier des suspentes
$b, b_1, b_2$	Largeur de prédalle
$b_j$	Ouverture du joint en partie supérieure de prédalle
$e$	Distance des armatures horizontales de couture à la surface supérieure du plancher
$f_e$	Contrainte limite élastique des aciers
$f_{t28}$	Résistance caractéristique à la traction du béton
$G$	Action permanente
$h_b$	Épaisseur du béton coulé en œuvre au droit du joint
$h_j$	Hauteur efficace du joint
$h_k$	Hauteur de la clef (pour les joints clefs)
$h_o$	Épaisseur du béton coulé en œuvre sur les prédalles
$h_p$	Épaisseur des prédalles en partie courante
$h_r$	Hauteur de la partie rugueuse du joint (joints rugueux)
$h_t$	Épaisseur du plancher fini
$k$	Coefficient sans dimension
$l$	Longueur d'application (parallèlement à la portée du plancher) d'une charge linéique ou ponctuelle

$l_j$	Longueur du joint intéressé par une charge
$L$	Portée du plancher
$M_\ell$	Moment longitudinal
$M_{t,i,j}$	Moment transversal au droit du joint
$M_{t,p}$	Moment transversal en milieu de prédalle
$M_x$	Moment longitudinal déterminé par la théorie des dalles
$M_y$	Moment transversal déterminé par la théorie des dalles
$Q$	Action variable
$S_j$	Surface du joint intéressée par une charge
$V_{sd,j}$	Valeur de calcul de l'effort tranchant au droit du joint
$\gamma_b$	Coefficient partiel de sécurité du béton
$\gamma_s$	Coefficient partiel de sécurité des aciers
$\mu$	Coefficient de rugosité
$\tau_{Rg}$	Valeur de calcul de la résistance au cisaillement du béton
$\tau_{Sd}$	Contrainte de calcul de cisaillement dans le béton

#### 4. DÉTERMINATION DES SOLlicitATIONS

*Commentaire : Les tests de calcul ont montré qu'une profondeur notable des coupures au droit des joints était accompagnée par une réduction importante des moments transversaux à leur endroit et dans les prédalles, et par une augmentation corrélative, toutefois modérée, des moments longitudinaux. Les règles sont établies pour des prédalles comportant ou non des clefs. L'effet de ces dernières est négligé dans la détermination des sollicitations.*

##### 4.1. Cas de la charge uniformément répartie

###### a) Plancher portant sur deux lignes d'appui

- *Moment longitudinal*
  - sa détermination est effectuée, comme indiqué à l'article A-102.11 du CPT-PLANCHERS -Titre II.
- *Moment transversal*
  - il est considéré négligeable lorsque les charges sont celles définies dans la norme NF P 06-001 ;
  - dans les autres cas, il y a lieu d'envisager la situation défavorable d'un chargement localisé conduisant à un moment transversal à l'état limite ultime fixé forfaitairement à :

$$M_y = 0,02 \cdot \gamma_q \cdot q \cdot L^2$$

( $q$  est la charge d'exploitation,  $\gamma_q$  son coefficient de pondération et  $L$  la portée du plancher).

Ce moment est pondéré par le coefficient minorateur  $\left[ 1 - \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right]$  au droit du joint, et du

coefficient  $\left[ 1 - 0,5 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right]$  en milieu de prédalles.

- *Effort tranchant transversal*

- il est considéré négligeable lorsque les charges sont celles définies dans la norme NF P 06-001 ;
- dans les autres cas, la valeur de l'effort tranchant à l'état limite ultime est égale à :

$$V_{sd,j} = \frac{1}{k} \gamma_q q \frac{b}{2}$$

avec :  $k = 2$

$b$  = largeur de la prédalle, adjacente au joint, la plus sollicitée en flexion longitudinale

*Commentaire : La valeur de  $k$  est justifiée par le fait que les deux zones de plancher adjacentes au joint ont la même raideur et sont donc affectées du même effort tranchant.*

## **b) Plancher portant sur trois ou quatre lignes d'appui**

Les sollicitations (moments et efforts tranchants) affectant les différentes sections du plancher sont déduites comme indiqué ci-après des sollicitations théoriques de flexion ( $M_x$ ,  $M_y$ ) auxquelles conduit la théorie des dalles.

- *Moment longitudinal,  $M_\ell$*

La valeur du moment longitudinal  $M_x$ , donnée par la théorie des dalles est augmentée de 15 %.

Soit  $M_\ell = 1,15 M_x$ .

- *Moments transversaux,  $M_t$*

- au droit des joints,  $M_{t,j}$

La valeur du moment transversal  $M_y$  donnée au droit du joint par la théorie des dalles pleines est réduite de  $100 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3$  pour cent.

$$\text{Soit : } M_{t,j} = M_y \left( 1 - \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$$

- en milieu de prédalles,  $M_{t,p}$

La réduction est de  $50 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3$  pour cent.

$$\text{Soit : } M_{t,p} = M_y \left( 1 - 0,5 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$$

- *Effort tranchant au droit des joints,  $V_{sd,j}$*

Il est dû à l'ensemble des charges permanentes  $g'$  et des charges d'exploitation  $q$ , appliqué à la zone de plancher adjacente au joint la plus sollicitée en flexion longitudinale. Pour l'évaluation des charges permanentes, on prend 50 % du poids propre de la dalle finie dans le cas de pose sans étai, et sa totalité dans le cas contraire.

A défaut d'un calcul plus précis, la valeur de calcul de l'effort tranchant à l'état limite ultime est donné par l'expression :

$$V_{sd,j} = \frac{1}{k} (\gamma_g g' + \gamma_q q) \frac{b}{2}$$

avec :  $x_j$  = distance du joint à l'appui de rive

$k = 1$  si  $x_j \leq L/2$

$k = 2$  si  $x_j \geq L$

On interpolera linéairement pour des valeurs intermédiaires.

$b$  = largeur de la prédalle adjacente au joint la plus sollicitée en flexion longitudinale

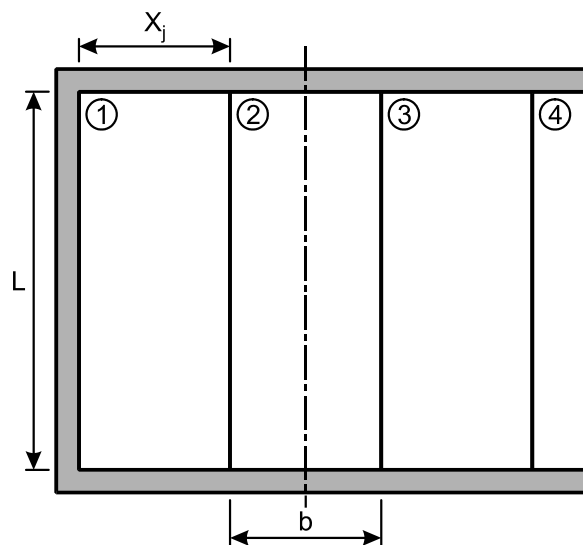


Figure 1

## 4.2. Cas de la charge linéique

### a) Plancher portant sur deux lignes d'appui

- *Moment longitudinal,  $M_\ell$*

La valeur du moment longitudinal  $M_x$ , donnée par l'annexe II du CPT Titre II est augmentée de 15 %.

Soit  $M_\ell = 1,15 M_x$ .

- *Moments transversaux,  $M_t$*

– au droit des joints,  $M_{t,j}$

La valeur du moment transversal  $M_y$  donnée par l'annexe II du CPT Titre II est réduite

de  $100 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3$  pour cent.

$$\text{Soit : } M_{t,j} = M_y \left( 1 - \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$$

– en milieu de prédalles,  $M_{t,p}$

La réduction est de  $50 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3$  pour cent.

$$\text{Soit : } M_{t,p} = M_y \left( 1 - 0,5 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$$

- *Effort tranchant au droit des joints*

A défaut de calcul plus précis, l'effort tranchant  $V_{sd,j}$  à prendre en compte au droit des joints situés de part et d'autre de la charge est pris forfaitairement à 50 % de cette charge :

$$V_{sd,j} = 0,5 \cdot \gamma_p \cdot Q$$

avec  $\gamma_p$  = coefficient de pondération de la charge Q

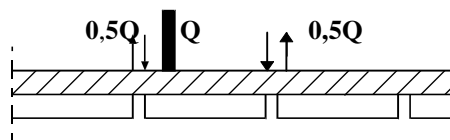


Figure 2

## b) Plancher portant sur trois ou quatre lignes d'appui

- *Moment longitudinal et moments transversaux*

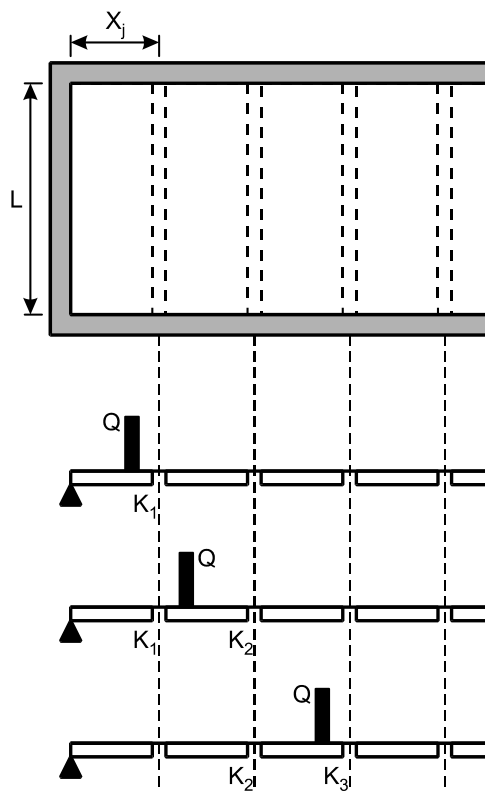
Les valeurs du moment longitudinal  $M_{\ell}$  et des moments transversaux  $M_{t,j}$  et  $M_{t,p}$ , sont déterminées à partir des moments  $M_x$  et  $M_y$  par la théorie des dalles en leur affectant les mêmes majorations et réductions que celles indiquées en 4.2.a.

- *Effort tranchant au droit des joints*

A défaut de calcul plus précis, l'effort tranchant  $V_{sd,j}$  à prendre en compte au droit des joints est fixé forfaitairement à un pourcentage de la charge linéique Q, en fonction de la position des joints comme indiqué figure 3. Cette vérification intéresse les joints situés à une distance inférieure ou égale à L à partir de l'axe de la charge :

$$V_{sd,j} = K \cdot \gamma_p \cdot Q$$

Valeurs de K :



	$K_1$	$K_2$	$K_3$
$x_j \leq L/2$	0,67	0,5	0,5
$x_j > L$	0,5	0,5	0,5

Pour  $x_j$  compris entre  $L/2$  et  $L$ , une interpolation linéaire sur les coefficients  $K$  est admissible.

Figure 3

### 4.3. Cas de la charge ponctuelle

#### Plancher portant sur deux, trois ou quatre appuis :

- *Moment longitudinal et efforts aux appuis*

A défaut d'une méthode de calcul plus élaborée, on majore de 25 % les moments fléchissants longitudinaux donnés par l'annexe III du CPT-Titre II, ainsi que les efforts tranchants et les réactions de la dalle composite aux droits de ses appuis.

Soit  $M_l = 1,25 M_x$

- *Moments transversaux*

On applique au moment transversal,  $M_y$ , donné par l'annexe III du CPT-Titre II les mêmes pondérations que celles du cas de la charge linéique, indiquées à l'article 4.2 a.

Soit :

– au droit des joints :  $M_{t,j} = M_y \left( 1 - \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$

– en milieu de prédalles :  $M_{t,p} = M_y \left( 1 - 0,5 \left( \frac{h_p}{h_t} \right)^3 \right)$

• *Effort tranchant au droit des joints*

L'effort tranchant à prendre en compte au droit des joints situés de part et d'autre de la charge ponctuelle est fixé forfaitairement à un pourcentage de cette charge, en fonction de la position des joints dans le plancher.

Ces pourcentages sont identiques à ceux indiqués dans le cas de la charge linéique traitée à l'article 4.2 a.

## 5. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES JOINTS ENTRE PRÉDALLES

### 5.1. Types de joints. Caractéristiques géométriques

On distingue :

- les joints à "bord franc"
- les joints "rugueux"
- les joints "clef"

#### 5.1.1 Joint à bord franc

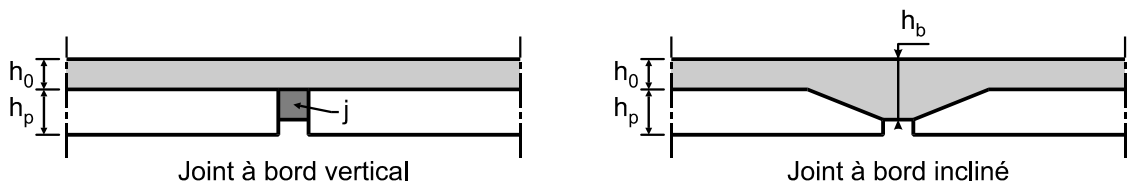


Figure 4a

*Commentaire : le calfeutrement « j » n'est pas pris en compte dans les calculs de résistance.*

#### 5.1.2 Joint rugueux

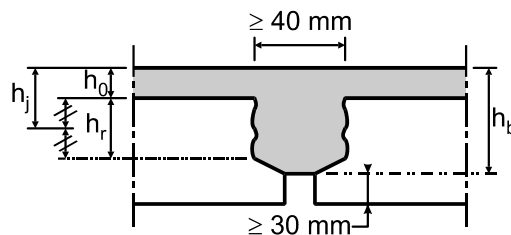


Figure 4b

Conditions géométriques du joint à respecter :

- l'ouverture horizontale supérieure fait au moins 40 millimètres de largeur ;
- la partie rugueuse est verticale et présente une rugosité de profondeur au moins égale à 3 mm ;
- la hauteur rugueuse  $h_r$  est au moins égale aux 2/3 de l'épaisseur de la prédalle ;
- le becquet inférieur fait au moins 30 millimètres de hauteur.

### 5.1.3 Joint-clef

#### a) Caractéristiques géométriques minimales

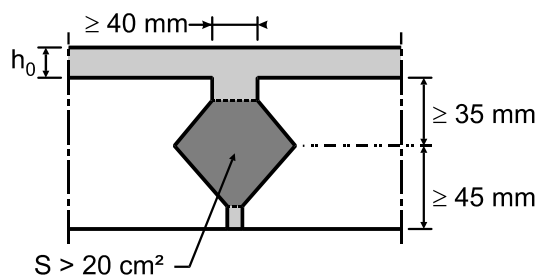


Figure 4c

#### b) divers types de forme de clef

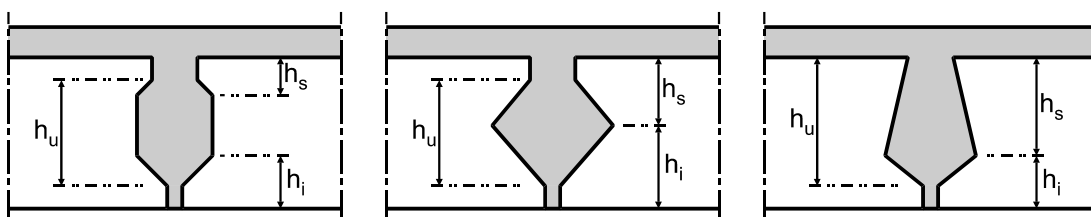


Figure 4d

Conditions géométriques de la clef à respecter :

- l'ouverture supérieure horizontale fait au moins 40 millimètres de largeur ;
- la section mécanique utile ne doit pas être inférieure à 20 cm<sup>2</sup> ;
- il doit être possible de relier les faces d'appui opposées des deux éléments adjacents par des bielles à 45 degrés ;
- la hauteur utile  $h_u$  s'arrête en partie basse quand la largeur du joint ne fait plus que 20 mm de largeur.
- les becquets non armés formés par les faces latérales de deux éléments adjacents, becquets soumis à des flexions, doivent présenter les dimensions minimales ci-après :
  - becquet supérieur : hauteur à la naissance :  $h_s \geq 35$  mm.
  - becquet inférieur : hauteur à la naissance :  $h_i \geq 45$  mm.

## 5.2. Dimensionnement des joints

### 5.2.1 Longueur de calcul $l_j$ et hauteur efficace du joint

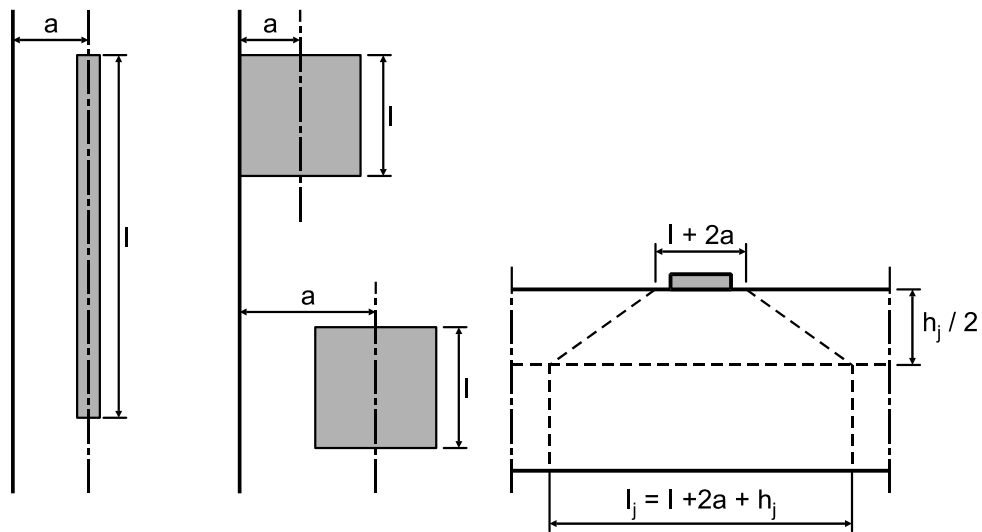


Figure 5 - Cas de la charge linéique ou ponctuelle

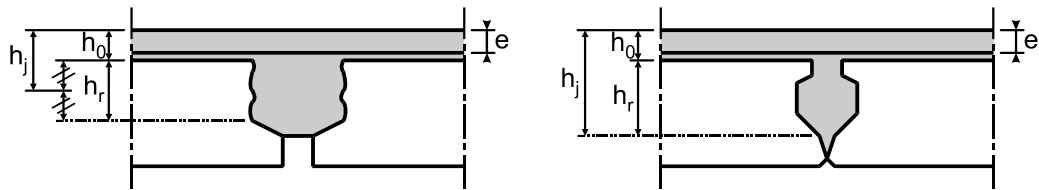


Figure 6

$h_0$  : épaisseur du béton coulé en oeuvre sur les prédalles

$h_r$  : hauteur de la partie rugueuse du joint

$h_j$  : hauteur efficace du joint :

- $h_j = h_0$  pour les joints à bord franc vertical
- $h_j = h_0 + h_r/2$  pour les joints à bord franc incliné
- $h_j = h_0 + h_r/2$  pour les joints rugueux
- $h_j = h_0 + h_r$  pour les joints clefs

$l$  : longueur de la charge linéique ou ponctuelle parallèlement au joint

$l_j$  : longueur du joint intéressée par la charge :

- Cas de la charge répartie :  $l_j =$  longueur totale du joint
- Cas de la charge linéique ou ponctuelle :  $l_j = l + 2a + h_j$

$S_j$  : Surface de joint intéressée par la charge:

- $S_j = l_j \cdot h_j$

## 5.2.2 Calcul des joints

Les moments transversaux et les efforts tranchants sont repris au droit des joints par la section de béton armé constituée par la partie coulée en oeuvre qui doit être armée en conséquence par des armatures formant couvre-joint et assurant, en collaboration avec le béton coulé en oeuvre, le rôle d'armatures de couture. Les suspentes, lorsqu'elles sont nécessaires, sont ancrées dans les prédalles le long des bords à moins de 10 centimètres des joints.

*Commentaire : Peuvent être prises en compte comme armatures horizontales de couture du joint, les armatures destinées à reprendre les moments transversaux au droit du joint.*

### a) Joint à bord franc

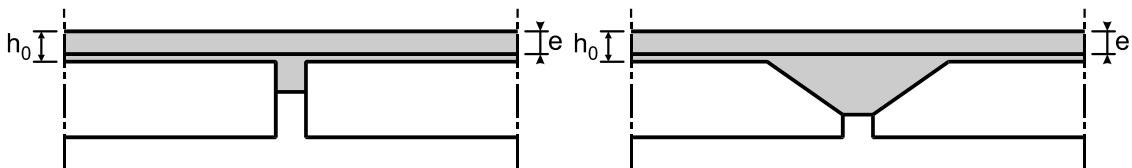


Figure 7

- Domaine d'application :

Ils ne sont autorisés que dans le cas où l'épaisseur de la prédalle est inférieure aux 2/3 de l'épaisseur  $h_t$  du plancher fini.

- Coutures horizontales :

Il y a lieu de disposer, sur la distance  $l_j$ , des armatures de couture horizontales dans la partie coulée en oeuvre dont la section  $A_c$  est égale à :

$$A_c = \frac{\gamma_s V_{Sd,j}}{f_e} \frac{h_0}{e}$$

avec :  $\gamma_s = 1,15$

- Suspentes :

– aucune suspente n'est à disposer lorsque les deux conditions suivantes sont respectées :

- \* les charges -permanentes ou variables- sont assimilables à des charges réparties,
- \* la charge d'exploitation est inférieure ou égale à 5 kN/m<sup>2</sup> ;

– dans les autres cas, des suspentes sont nécessaires : leur section  $A_s$  est déterminée à l'état limite ultime pour reprendre l'effort tranchant au droit du joint, leur section minimale étant de 0,5 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire de longueur de prédalle. Elles sont constituées en pratique par un raidisseur métallique, par des grecques de couture disposées comme indiqué figure 8 ou par tout système d'armatures équivalent; elles sont ancrées dans le béton des prédalles et dans le béton coulé en oeuvre d'épaisseur  $h_0$ .

Soit :

$$A_s \geq \begin{cases} \gamma_s V_{Sd,j} / f_e \\ A_{s,min.} (0,5 \text{ cm}^2/\text{ml de longueur de joint}) \end{cases}$$

avec :  $f_e$  : limite d'élasticité de ces armatures  
 $V_{Sd,j}$  : effort tranchant sollicitant le joint à l'état limite ultime  
 $\gamma_s = 1,15$  coefficient partiel de sécurité

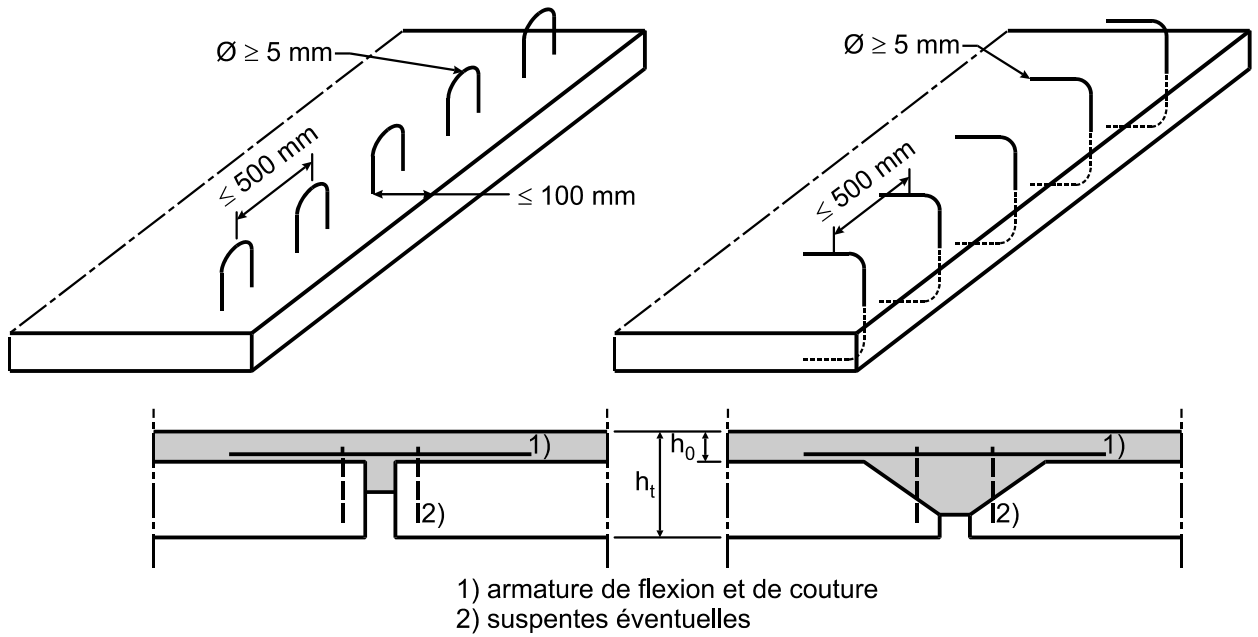


Figure 8 - Exemples d'armatures de couture

## b) joint rugueux

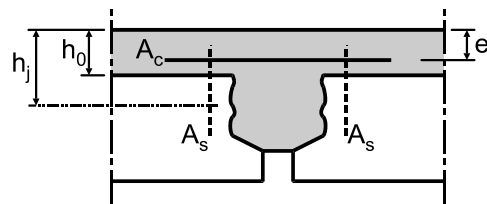


Figure 9

- Coutures horizontales :

Aucune armature horizontale de couture du joint autre que celle à laquelle conduit le pourcentage minimal n'est à disposer si :

$$\tau_{Sd} = \frac{V_{Sd,j}}{S_j} \leq \tau'_{Rd}$$

avec :  $V_{Sd,j}$  : effort tranchant sollicitant le joint à l'état limite ultime ;

$S_j$  : surface de calcul du joint définie ci-avant ;

$\tau'_{Rd}$  : résistance de calcul au cisaillement du joint à l'état limite ultime, dont la valeur peut être prise égale à :

- 0,54 N/mm<sup>2</sup> pour un béton coulé en place de classe 25,
- 0,61 N/mm<sup>2</sup> pour un béton coulé en place de classe 30.

- ces valeurs sont pondérées par le facteur 2/3 dans la cas de sollicitations dues à des charges à caractère dynamique.

Dans le cas où  $\tau_{sd} > \tau'_{Rd}$  il y a lieu de disposer, sur la distance  $l_j$ , des armatures de couture horizontales dans la partie coulée en oeuvre dont la section  $A_c$  est égale à (figure 8) :

$$A_c = \frac{\gamma_s (\tau_{sd} - \tau'_{Rd})}{\mu f_e} \cdot \frac{h_j}{e} \cdot S_j$$

avec :  $\mu$  : coefficient de rugosité  $\mu = 0,7$  ;

$e$  : distance de l'axe de l'armature à la surface supérieure du plancher.

- **Suspentes :**

Aucune suspente n'est à disposer si l'une des deux conditions suivantes est respectée :

1. la charge d'exploitation est assimilable à une charge répartie inférieure ou égale à 5 kN/m<sup>2</sup>.
2. la condition suivante est respectée :

$$V_{sd,j} \leq \tau'_{Rd} \cdot l_j \cdot (h_j - h_o)$$

*Commentaire : cette vérification implique de réaliser, en même temps et avec le même béton, le remplissage des joints et le coulage du béton sur les prédalles.*

Dans le cas contraire, il y a lieu de disposer sur la distance  $l_j$  des suspentes dont la section  $A_s$  est égale à :

$$A_s = \gamma_s (V_{sd,j} - \tau'_{Rd} \cdot (h_j - h_o) \cdot l_j) / f_e$$

avec :  $\gamma_s = 1,15$  coefficient partiel de sécurité

### c) Joint-clef

Les joints-clef sont obligatoires dans les prédalles des planchers pour lesquels l'épaisseur de la prédalle est égale ou supérieure aux 2/3 de l'épaisseur du plancher fini.

Le calcul du joint (taux de cisaillement et armatures) est mené comme pour celui du joint rugueux en prenant ses propres caractéristiques géométriques.

## 6. VÉRIFICATION EN FLEXION DES PLANCHERS À PRÉDALLES ÉPAISSES PRECONTRAINTES

### 6.1. Vérification en situations provisoires

#### 6.1.1 Mise en précontrainte, manutention, stockage

Les contraintes dans la prédalle, déterminées en considérant la section non fissurée, sont limitées en tout point aux valeurs suivantes :

- contrainte de compression :  $0,60 f_{cp}$
- contrainte de traction :  $1,50 f_{tp}$

en désignant respectivement par  $f_{cp}$  et  $f_{tp}$  les valeurs garanties par le fabricant à la mise en précontrainte pour la résistance à la compression et à la traction.

### 6.1.2 Mise en oeuvre (phases provisoires de chantier)

Les contraintes dans la prédalle, déterminées en considérant la section non fissurée, sont limitées en tout point aux valeurs suivantes :

- contrainte de compression :  $0,60 f_{cj}$
- contrainte de traction :  $1,50 f_{tj}$

en désignant respectivement par  $f_{cj}$  et  $f_{tj}$  les valeurs garanties par le fabricant à la mise en oeuvre pour la résistance à la compression et à la traction.

## 6.2. Vérification en situations durables

### 6.2.1 Limitation des contraintes en conditions de service (calcul ELS)

Les contraintes dans le montage composite sont déterminées en section non fissurée en tenant compte de la redistribution des sollicitations de précontrainte et des charges permanentes dues au fluage du béton ainsi que du retrait différentiel de la manière explicite ci-après.

#### Actions :

Les actions appliquées à la section composite sont distribuées entre la prédalle et la section de la dalle composite comme indiqué ci-dessous :

a) Actions appliquées sur la prédalle dans la section composite (schéma isostatique de la prédalle reposant librement sur ses appuis) :

- Précontrainte ( $P_m$ ) :  $k_0 P_m$
- Poids propre de la prédalle ( $G_{pl}$ ) :  $k_1 G_{pl}$
- Poids du béton coulé en oeuvre ( $G_{co}$ )\* :  $k_2 G_{co}$

\* cette action est à considérer sur la prédalle étayée dans le cas d'un étaielement.

$P_m$  : valeur probable de l'action de la précontrainte

b) Actions appliquées sur la dalle composite dans son schéma hyperstatique avec mise en continuité :

- Précontrainte (P) :  $(1 - k_0) P$
- Poids propre de la prédalle ( $G_{pl}$ ) :  $(1 - k_1) G_{pl}$
- Poids du béton coulé en oeuvre ( $G_{co}$ ) :  $(1 - k_2) G_{co}$
- Autre charges permanentes (G) : G
- Charges variables d'exploitation : Q
- Retrait différentiel :  $\Sigma_r$

Dans le cas d'un étaielement, il y a lieu de prendre en compte la réaction d'étau sur la section composite R ( $k_2, G_{co}$ ).

*Nota* : Par raison de simplification, il est loisible dans les montages étayés de remplacer la réaction d'appui par l'application sur la section composite d'une charge uniformément répartie égale à 100 % de  $G_2$ .

Pour la détermination du moment de précontrainte, l'excentricité à considérer est celle calculée par rapport :

- au centre de gravité de la prédalle pour les actions considérées en a) ;
- au centre de gravité de la dalle composite pour les actions considérées en b). Le tableau ci-dessous donne les valeurs de  $k_0$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  :

Valeurs de $k_0$ , $k_1$ , $k_2$	Prédalle	
	établée	non établée
$k_0$	0,55	0,55
$k_1$	0,55	0,55
$k_2$	1,00	0,60

Tableau 1

Les combinaisons d'actions à considérer sont celles données par le BPEL 92 art. 5.2.1 pour la vérification aux états limites de service (E.L.S.).

Pour l'évaluation des moments transversaux, seules sont à considérer les actions appliquées au système composite.

#### Evaluation des moments sur appuis :

L'article A.3.304,322 du CPT Titre II est applicable.

#### Limitation des contraintes :

Les contraintes résultantes de la superposition des actions considérées ci-avant et déterminées en section non fissurée sont limitées en zone courante de la portée aux valeurs suivantes :

Limitation de la contrainte de :	Combinaison rare	Combinaison fréquente	Combinaison quasi-permanente
Compression :	$0,60 f_{c28}$	$0,60 f_{c28}$	$0,60 f_{c28}$
Traction :			
- zone d'enrobage :			
• fissuration non préjudiciable :	$f_{t28} \left( 0,5 + \frac{n_i}{20} \right) *$	$0,25 f_{t28}$	$0,10 f_{t28}$
• fissuration préjudiciable ou très préjudiciable :	/	/	0
- hors zone d'enrobage :	$1,5 f_{t28}$		

\* :  $n_i$  est la contrainte en fibre inférieure calculée sous précontrainte seule.

Tableau 2

### 6.2.2 Calcul à l'ELU

Les prescriptions du CPT-Titre II sont applicables.

## 7. VÉRIFICATION EN FLEXION DES PLANCHERS A PRÉDALLES ÉPAISSES EN BÉTON ARMÉ

Les Règles BAEL sont applicables.

*Commentaire : il est rappelé que lorsque la distance entre étais est inférieure à 25 fois l'épaisseur de la prédalle, le calcul par phase n'est pas obligatoire (BAEL Art. B.7.6,22).*

## 8. VÉRIFICATION DU MONOLITHISME

Toutes les précautions ayant été prises pour limiter le retrait différentiel entre le béton de la prédalle et celui du béton coulé en oeuvre, on vérifie qu'en tout point la contrainte de cisaillement  $\tau_{sd}$  est telle que :

$$\tau_{sd} \leq \frac{\tau_{Rg}}{\gamma_b} + \rho \frac{f_e}{\gamma_s} [\mu \sin\alpha + \cos\alpha]$$

où l'on désigne par :

$\tau_{sd}$  : la valeur de la contrainte de cisaillement à l'interface déterminée à l'état limite ultime sous la totalité des charges :

$$\tau_{sd} = \frac{V_{sd}}{b_r Z}$$

$b_r$  : la largeur du plan de reprise à l'abscisse considérée

$Z$  : bras de levier à l'état limite ultime dans la section la plus sollicitée en flexion ( $Z = h_v/1,20$ )

$\tau_{Rg}$  : la résistance au cisaillement à l'interface dont les valeurs sont données par le tableau 2

$\gamma_b$  : le coefficient partiel de sécurité à appliquer sur  $\tau_{Rg}$ . Pour tenir compte de la nature fragile de la rupture, on prend :  $\gamma_b = 2$  ( $\gamma_b = 1,5$  sous combinaisons accidentelles)

$\rho$  : le pourcentage d'armature de couture traversant le joint

$f_e$  : la limite d'élasticité garantie de l'acier constitutif de l'armature de couture

$\gamma_s$  : le coefficient partiel de sécurité de l'acier de l'armature ( $\gamma_s = 1,15$ )

$\mu$  : le coefficient de frottement à l'interface dont la valeur est donnée par le tableau 2.

$\alpha$  : l'angle de la branche considérée de l'armature de couture avec :

$$\frac{\pi}{4} \leq \alpha \leq 3 \frac{\pi}{4} \text{ et } \cos\alpha > 0.$$

Etat de surface de la prédalle	$\tau_{Rg}$ (MPa)			$\mu$
	$f_{c28}$ béton rapporté (MPa)			
	25	30	35	
brute de fabrication débarrassée de laitance et rendue rugueuse	1,05	1,20	1,30	0,70
crantée	1,25	1,40	1,50	0,90

Tableau 3 - Valeurs de  $\tau_{Rg}$  et de  $\mu$ .

## 9. CALCUL DE LA FLECHE ACTIVE

Les règles du CPT-TITRE II sont applicables.

Les résultats de calcul de la flèche active ainsi déterminés sont à majorer de :

- 15 % dans le cas de charge répartie pour un plancher portant sur trois ou quatre appuis ;
- 15 % dans le cas de la charge linéique ;
- 25 % dans le cas de charge ponctuelle.

*Commentaire : A défaut de calculs plus précis, les mêmes coefficients de pondération des moments longitudinaux donnés à l'article 4 sont appliqués aux résultats de calcul de la flèche active selon la méthode du CPT-TITRE II.*

## 10. UTILISATION EN ZONE SISMIQUE

Les justifications sont apportées en référence au CPT Titre II.