

## 7. Planchers-dalles

### 7.1 Introduction

Les planchers-dalles sont des dalles qui reposent directement sur des colonnes sans poutre intermédiaire.

### 7.2 Procédure de calcul

Le [Tableau 7.1](#) donne une procédure pour calculer en détail les planchers-dalles. Ce Tableau suppose que l'épaisseur des dalles a été déterminée au préalable par un calcul de prédimensionnement.

Tableau 7.1 Procédure de calcul des planchers-dalles

Étape	Tâche	Informations supplémentaires	
		Chapitre de la présente publication	Norme
1	Détermination de la durée d'utilisation de projet	<a href="#">2:3 Durée d'utilisation prévue</a>	NBN EN 1990 ANB
2	Évaluation des actions sur la dalle	<a href="#">2:4 Actions sur les structures</a>	EN 1991 (10 parties) et ANB
3	Détermination des combinaisons d'actions à appliquer	<a href="#">1.3.2 Combinaisons d'actions</a>	NBN EN 1990 ANB
4	Détermination des dispositions de charges	<a href="#">2.5 Dispositions des charges</a>	NBN EN 1992-1-1 ANB
5	Évaluation des exigences de durabilité et détermination de la résistance du béton	<a href="#">Tableau 2.6</a>	
6	Vérification des exigences relatives à l'enrobage pour la période appropriée de résistance au feu	<a href="#">2.10 Calcul de la résistance au feu</a> et <a href="#">Tableau 7.2</a>	NBN EN 1992-1-2 : Section 5
7	Calcul de l' enrobage nominal pour les exigences de durabilité, feu et adhérence	<a href="#">2.9 Enrobage nominal des armatures</a>	NBN EN 1992-1-1 Art. 4.4.1
8	Analyse de la structure pour déterminer les moments et efforts tranchants critiques	<a href="#">2.8 Analyse structurale</a> et <a href="#">Tableau 7.3</a>	NBN EN 1992-1-1 Section 5
9	Calcul des armatures de flexion	Voir <a href="#">Figure 7.2</a>	NBN EN 1992-1-1 Section 6.1
10	Vérification des flèches	Voir <a href="#">Figure 7.3</a>	NBN EN 1992-1-1 Section 7.4
11	Vérification de résistance au poinçonnement	Voir <a href="#">Figure 7.6</a>	NBN EN 1992-1-1 Section 6.4
12	Vérification de l'espacement et du diamètre des barres	<a href="#">2.12 Maîtrise de la fissuration</a>	NBN EN 1992-1-1 Section 7.3
13	Vérification de la résistance du transfert de moments de la colonne à la dalle	—	NBN EN 1992-1-1 Annexe I 1.2(5)

### 7.3 Résistance au feu

L'Eurocode 2, Partie 1-2 : *Calcul du comportement au feu*<sup>4</sup>, propose un choix de méthodes avancées, simplifiées ou tabulées pour déterminer la résistance au feu. L'utilisation des tableaux est la méthode la plus rapide pour déterminer les dimensions et l'enrobage minimal des planchers-dalles. Certaines restrictions doivent toutefois être observées. Le cas échéant, la littérature spécialisée fournira des indications supplémentaires.

Plutôt que de donner un enrobage minimal, la méthode tabulée se base sur la distance nominale de l'axe,  $a$ . Il s'agit de la distance du centre de la barre d'armature principale à la surface de l'élément.

Il s'agit d'une dimension nominale (pas minimale). Le concepteur doit donc s'assurer que :

$$a \geq c_{\text{nom}} + \phi_{\text{étrier}} + \phi_{\text{bar}}/2$$

Les exigences relatives aux planchers-dalles sont données dans le [Tableau 7.2](#)

Tableau 7.2 Dimensions et distances de l'axe au parement minimales pour les dalles en béton armé

Résistance au feu normalisé	Dimensions minimales (mm)	
	Épaisseur de dalle, $h_s$	Distance de l'axe $a$ au parement inférieur
REI 60	180	15 <sup>a</sup>
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 240	200	50

**Notes**

- 1 Ce Tableau est issu de la NBN EN 1992-1-2 Tableau 5.9.
- 2 La distance de l'axe au parement est calculée par rapport au lit extérieur de l'armature.
- 3 Le Tableau n'est valide que si les exigences en matière de disposition sont observées (voir Note 4) et si, dans le calcul à température normale, la redistribution des moments fléchissants ne dépasse pas 15 %.
- 4 Pour une résistance au feu de REI 90 et plus, au moins 20 % des armatures supérieures totales dans chaque direction sur appuis intermédiaires exigées par la NBN 'EN 1992-1-1 doivent être continus sur toute la portée. Ces armatures doivent être placées dans la bande sur appui.
- 5 Trois conditions d'exposition au feu normalisé doivent être satisfaites :  
R Résistance mécanique des éléments porteurs  
E Intégrité de la séparation  
I Isolation

**Légende**

**a** En règle générale, l'enrobage est soumis aux exigences de la NBN EN 1992-1-1.

## 7.4 Flexion

L'organigramme de calcul de la flexion est donné à la [Figure 7.2](#) qui comporte des formules dérivées sur la base du bloc rectangulaire simplifié de contraintes de l'Eurocode 2.

Quelle que soit la méthode utilisée, l'Art. 9.4.1 exige de concentrer les armatures dans les zones situées au droit des colonnes. L'Annexe I de l'Eurocode formule des recommandations concernant la méthode des portiques équivalents et la manière de répartir le moment fléchissant total sur une largeur de travée en bandes sur appuis et bandes centrales pour se conformer à l'Art. 9.4.1. Les concepteurs qui utilisent les méthodes de grillage de poutres, éléments finis ou lignes de rupture peuvent également choisir de suivre les conseils de l'Annexe I pour satisfaire à cette exigence.

L'Eurocode 2 propose différentes méthodes pour déterminer la relation contrainte-déformation du béton. Pour plus de facilité, la méthode présentée ici est le bloc rectangulaire simplifié de contraintes (voir [Figure 7.1](#)).

L'Eurocode donne des recommandations pour le calcul du béton jusqu'à la classe C90/105. Toutefois, pour le béton de classe supérieure à C50/60, le bloc de contraintes est modifié.

Figure 7.1 Bloc de contrainte simplifié rectangulaire pour des bétons jusqu'à des classes de résistances C50/60

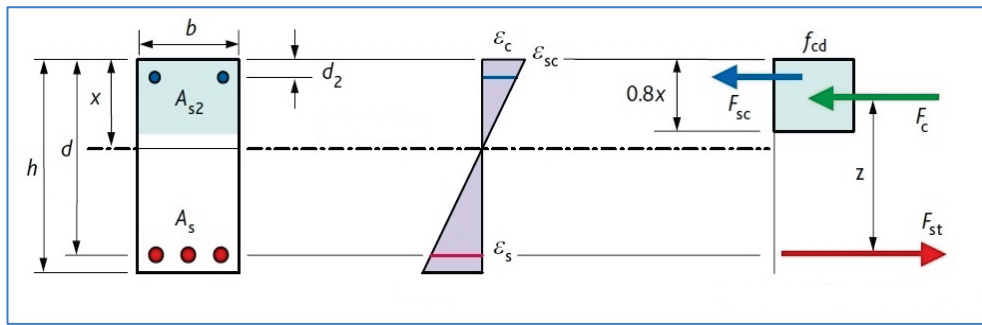


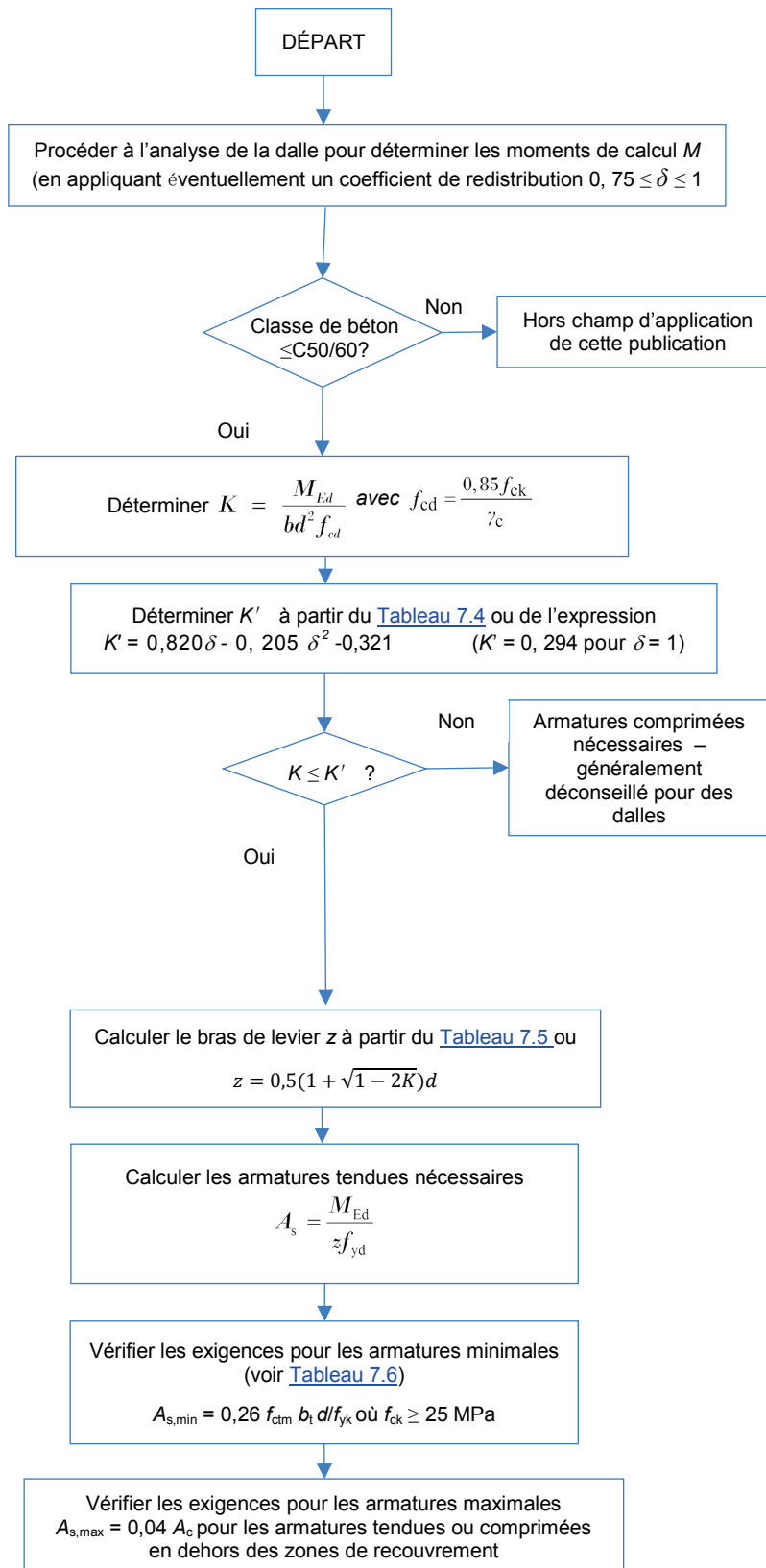
Tableau 7.4 Valeurs de  $K'$

Pourcentage de redistribution	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Coefficient $\delta$	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Valeur de $K'$	0,294	0,273	0,251	0,228	0,204	0,179	0,153

Tableau 7.5  $z/d$  pour les sections rectangulaires avec armature simple

$K$	$z/d$	$x/d$	$(1 - \delta)_{max}$
0,100	0,95	0,13	30 %
0,120	0,94	0,16	30 %
0,140	0,92	0,19	30 %
0,160	0,91	0,22	29 %
0,180	0,90	0,25	25 %
0,200	0,89	0,28	21 %
0,220	0,87	0,31	17 %
0,240	0,86	0,35	12 %
0,260	0,85	0,38	8 %
0,280	0,83	0,42	3 %
0,294	0,82	0,45	0 %

Figure 7.2 Organigramme pour déterminer l'armature de flexion



### 7.5 Flèches

L'Eurocode 2 propose deux méthodes pour calculer les flèches, soit à l'aide de la valeur limite du rapport portée/hauteur utile, soit en évaluant la flèche théorique à l'aide des expressions données dans l'Eurocode. Cette dernière méthode est détaillée au chapitre [8 Calcul des flèches](#)

Le rapport portée/hauteur utile doit garantir que la flèche est inférieure à la portée/250 ; c'est la procédure présentée à la [Figure 7.3](#).

Figure 7.3 Organigramme d'évaluation des flèches

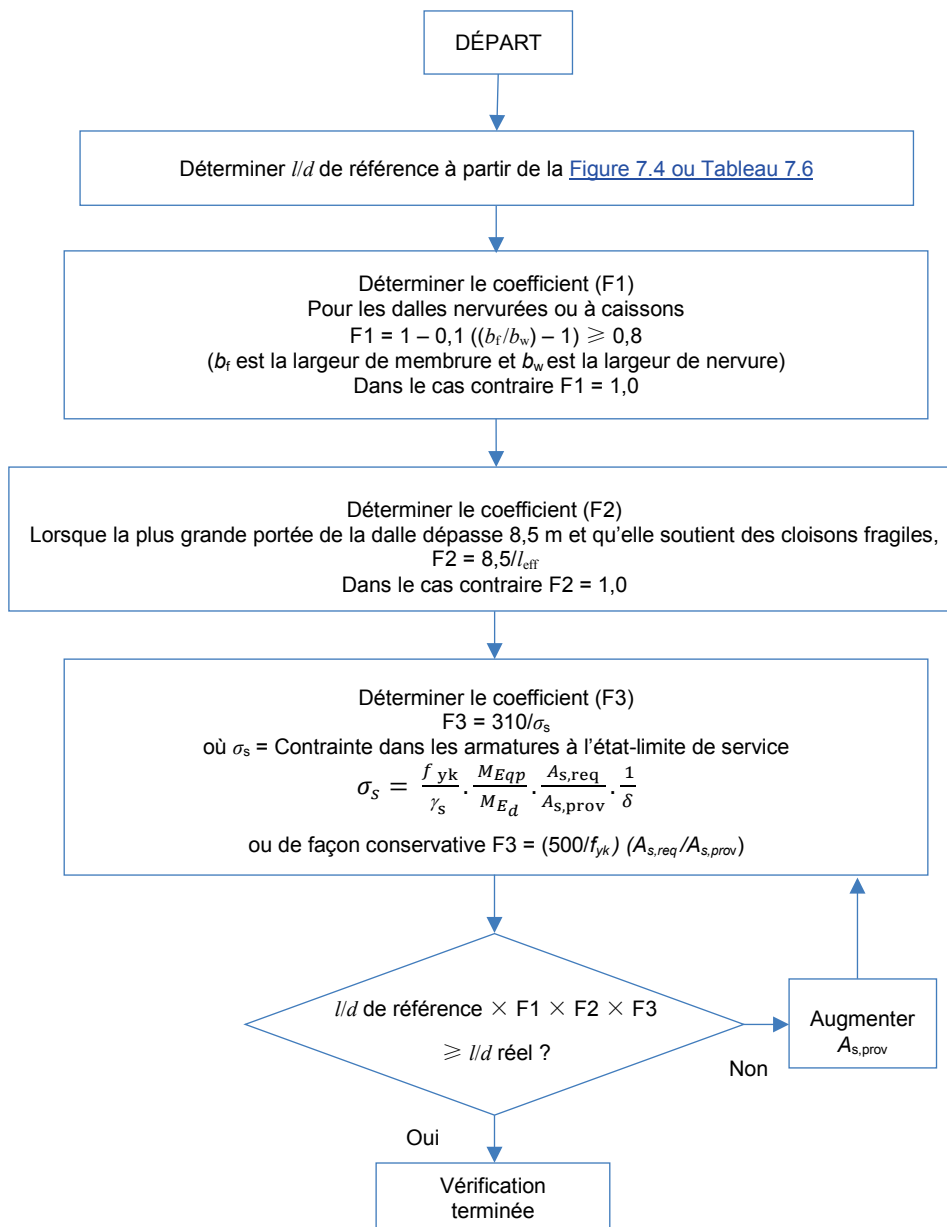


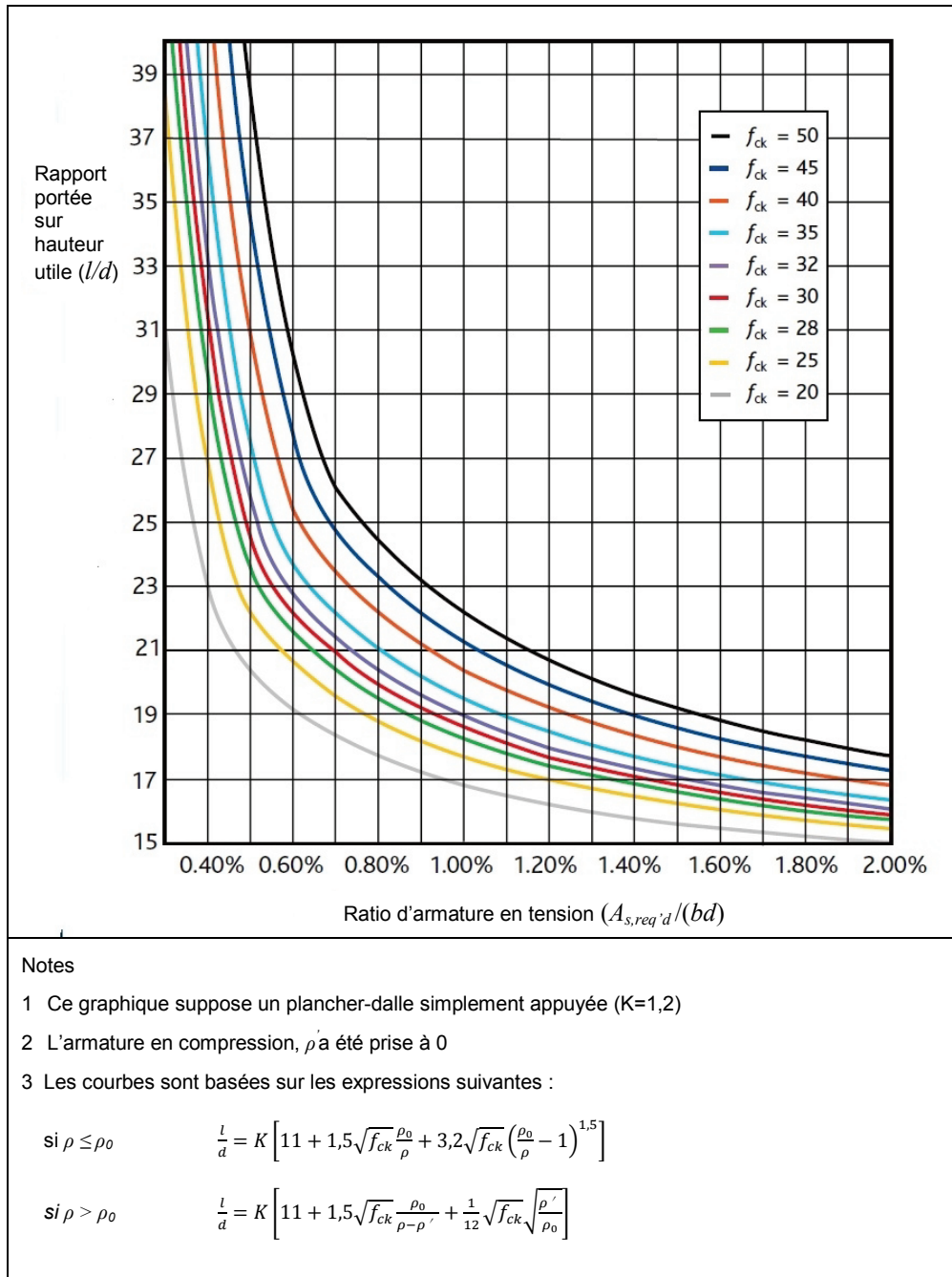
Figure 7.4 Rapport  $l/d$  de référence portée sur hauteur utile pour les planchers-dalles

Tableau 7.6 Rapports de référence  $l/d$  (portée/hauteur utile), pour les planchers-dalles en l'absence de compression axiale

Armature nécessaire, $\rho$	$f_{ck}$						
	20	25	30	35	40	45	50
0,30 %	31,1	38,6	47,0	55,9	65,5	75,6	86,2
0,40 %	22,9	26,9	31,4	36,5	42,0	47,8	54,0
0,50 %	20,4	22,2	24,6	27,6	31,0	34,6	38,4
0,60 %	19,2	20,8	22,2	23,8	25,6	27,7	30,2
0,70 %	18,4	19,7	20,9	22,2	23,5	24,7	26,0
0,80 %	17,8	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,5
0,90 %	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,2	23,2
1,00 %	16,8	17,8	18,6	19,6	20,4	21,4	22,2
1,20 %	16,2	16,9	17,8	18,5	19,2	19,9	20,8
1,40 %	15,7	16,4	17,0	17,8	18,4	19,0	19,7
1,60 %	15,5	16,0	16,6	17,2	17,8	18,2	18,8
1,80 %	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,8	18,2
2,00 %	15,0	15,5	16,0	16,3	16,8	17,3	17,8
2,50 %	14,6	15,0	15,4	15,7	16,1	16,4	16,8
3,00 %	14,4	14,8	15,0	15,4	15,6	16,0	16,2
3,50 %	14,3	14,5	14,8	15,0	15,2	15,5	15,7
4,00 %	14,2	14,3	14,5	14,8	15,0	15,2	15,5
$\rho_0$	0,45 %	0,50 %	0,55 %	0,59 %	0,63 %	0,67 %	0,71 %

**Conditions**  
 Les valeurs du rapport portée/hauteur utile ont été obtenues à partir des Expressions (7.16.a) et (7.16.b) de l'EN 1992-1-1, en utilisant  $K = 1,2$  (plancher-dalle simplement appuyée) et  $\rho' = 0$  (pas d'armatures de compression requises).  
 Le rapport portée/hauteur utile doit se baser sur la plus courte des portées dans les dalles portant dans deux directions.

## 7.6 Poinçonnement

La valeur de calcul de l'effort de poinçonnement,  $V_{Ed}$ , correspond généralement à la réaction de l'appui à l'état-limite ultime.

- Les coefficients standard  $\beta$  pour les colonnes d'angle et de rive qui tiennent compte du transfert de moment sont relativement élevés. Toutefois,  $\beta$  peut être calculé directement à partir des Expressions (6.38) en 6.4.3(3) à (6.46) en 6.4.3(5) de l'Eurocode pour obtenir un dimensionnement plus économique.
- Dans l'Eurocode 2, la valeur maximale du cisaillement au nu des colonnes dépend de la résistance de béton utilisée.
- Dans l'Eurocode 2, les contours de contrôle des colonnes rectangulaires présentent des bords arrondis.
- Lorsque des armatures de poinçonnement sont exigées, la procédure de l'Eurocode 2 est simple ; la limite à partir de laquelle aucune armature d'effort n'est requise peut être calculée directement, puis utilisée pour déterminer la dimension de la zone dans laquelle les armatures d'effort tranchant sont requises.
- On suppose que les armatures seront disposées dans le sens radial. Les armatures peuvent toutefois être disposées suivant une maille carrée, à condition de respecter les règles d'espacement.

La procédure pour déterminer les exigences relatives au poinçonnement est illustrée à la [Figure 7.6](#).

Figure 7.7 Valeurs recommandées pour  $\beta$

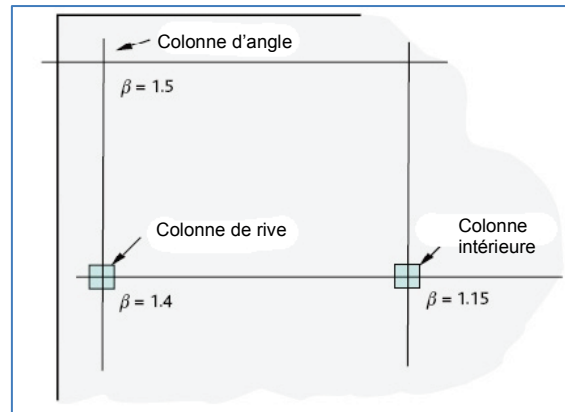
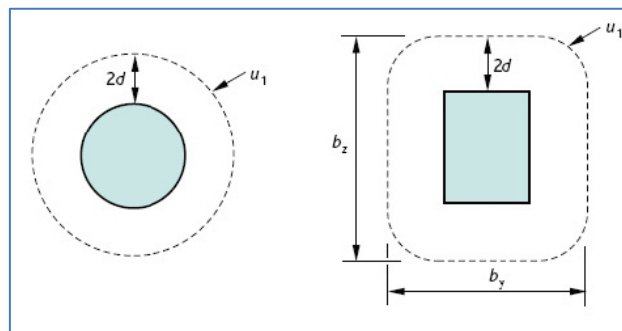


Figure 7.8 Contours de contrôle courants autour des zones chargées



Au lieu d'utiliser des cadres ou des étriers, on peut utiliser des Produits de Marque déposée (goujons sur rails, par exemple) comme armature de poinçonnement. Dans ce cas il convient de déterminer la résistance obtenue par des essais conformes à l'Agrément Technique Européen (ATE) correspondant.



Figure 7.6 Organigramme pour déterminer la résistance au poinçonnement

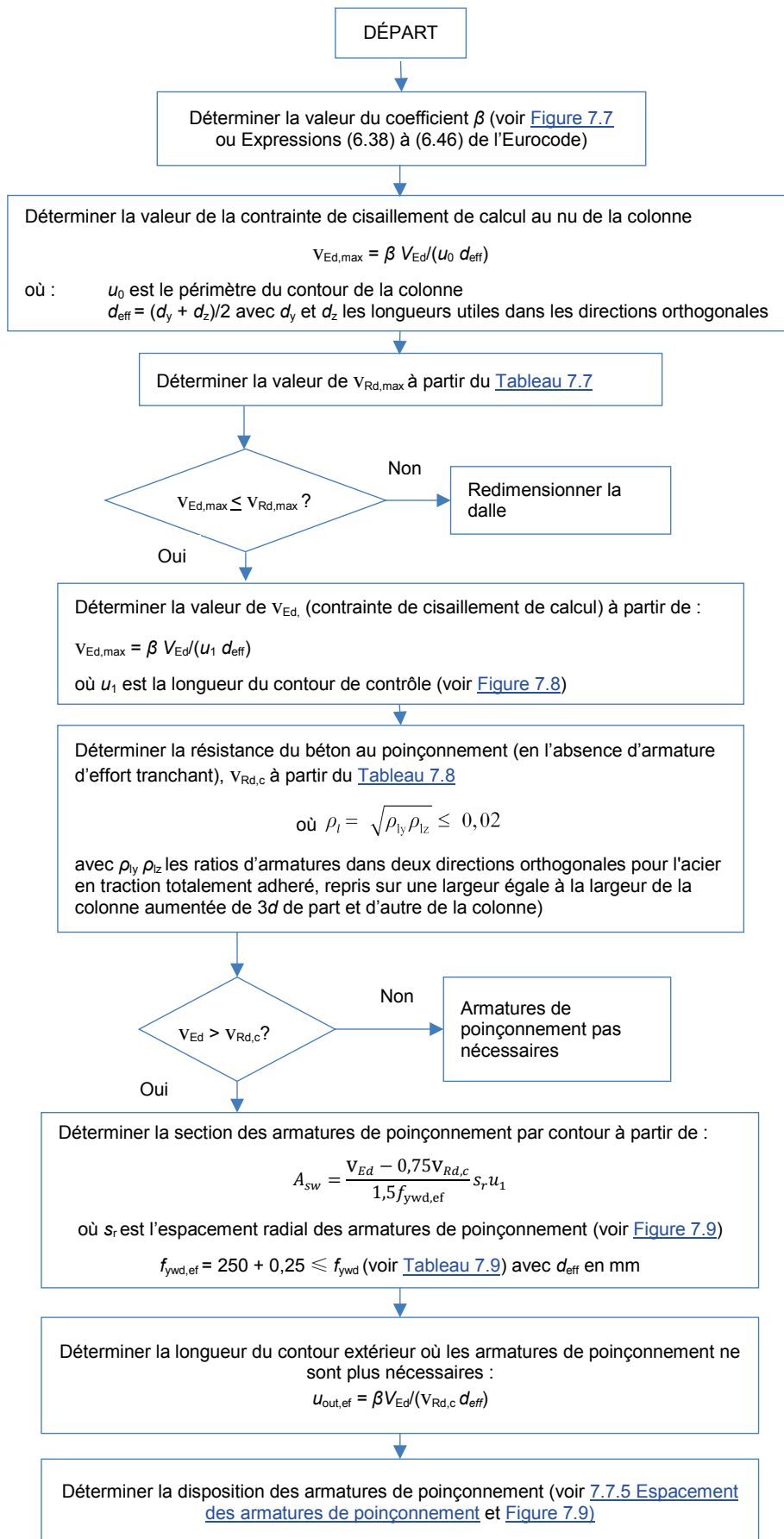


Tableau 7.8  $v_{Rd,c}$  en MPa, résistance au poinçonnement d'éléments en l'absence d'armatures de poinçonnement

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,44	0,41	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30
0,50%	0,52	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37
0,75%	0,59	0,56	0,54	0,51	0,48	0,47	0,44	0,43
1,00%	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47
1,25%	0,70	0,66	0,64	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51
1,50%	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,59	0,56	0,54
1,75%	0,79	0,74	0,71	0,67	0,64	0,62	0,59	0,57
2,00%	0,82	0,78	0,75	0,70	0,67	0,65	0,62	0,59

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,49	0,46	0,43	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32
0,50%	0,56	0,53	0,51	0,48	0,45	0,44	0,42	0,40
0,75%	0,64	0,60	0,58	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46
1,00%	0,70	0,66	0,64	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51
1,25%	0,76	0,72	0,69	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55
1,50%	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58
1,75%	0,85	0,80	0,77	0,72	0,69	0,67	0,63	0,61
2,00%	0,88	0,84	0,80	0,75	0,72	0,70	0,66	0,64

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,35	0,34
0,50%	0,59	0,56	0,54	0,51	0,48	0,47	0,44	0,43
0,75%	0,68	0,64	0,62	0,58	0,55	0,53	0,51	0,49
1,00%	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,59	0,56	0,54
1,25%	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58
1,50%	0,85	0,81	0,78	0,73	0,70	0,67	0,64	0,62
1,75%	0,90	0,85	0,82	0,77	0,73	0,71	0,67	0,65
2,00%	0,94	0,89	0,85	0,80	0,77	0,74	0,70	0,68

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,59	0,54	0,51	0,46	0,43	0,41	0,38	0,36
0,50%	0,62	0,59	0,57	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45
0,75%	0,71	0,68	0,65	0,61	0,58	0,56	0,53	0,52
1,00%	0,79	0,74	0,71	0,67	0,64	0,62	0,59	0,57
1,25%	0,85	0,80	0,77	0,72	0,69	0,67	0,63	0,61
1,50%	0,90	0,85	0,82	0,77	0,73	0,71	0,67	0,65
1,75%	0,95	0,90	0,86	0,81	0,77	0,75	0,71	0,68
2,00%	0,99	0,94	0,90	0,84	0,81	0,78	0,74	0,72

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,63	0,58	0,54	0,49	0,46	0,44	0,41	0,39
0,50%	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47
0,75%	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,59	0,56	0,54
1,00%	0,82	0,78	0,75	0,70	0,67	0,65	0,62	0,59
1,25%	0,88	0,84	0,80	0,75	0,72	0,70	0,66	0,64
1,50%	0,94	0,89	0,85	0,80	0,77	0,74	0,70	0,68
1,75%	0,99	0,94	0,90	0,84	0,81	0,78	0,74	0,72
2,00%	1,03	0,98	0,94	0,88	0,84	0,82	0,78	0,75

$f_{ck} = 45 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,66	0,61	0,57	0,52	0,49	0,47	0,43	0,41
0,50%	0,68	0,64	0,62	0,58	0,55	0,53	0,51	0,49
0,75%	0,78	0,73	0,70	0,66	0,63	0,61	0,58	0,56
1,00%	0,85	0,81	0,78	0,73	0,70	0,67	0,64	0,62
1,25%	0,92	0,87	0,84	0,78	0,75	0,73	0,69	0,67
1,50%	0,98	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77	0,73	0,71
1,75%	1,03	0,97	0,93	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74
2,00%	1,08	1,02	0,98	0,92	0,88	0,85	0,81	0,78

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$								
$\rho_l/d \text{ (mm)}$	200	250	300	400	500	600	800	1000
0,25%	0,70	0,65	0,61	0,55	0,52	0,49	0,45	0,43
0,50%	0,70	0,66	0,64	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51
0,75%	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58
1,00%	0,88	0,84	0,80	0,75	0,72	0,70	0,66	0,64
1,25%	0,95	0,90	0,87	0,81	0,78	0,75	0,71	0,69
1,50%	1,01	0,96	0,92	0,86	0,83	0,80	0,76	0,73
1,75%	1,07	1,01	0,97	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77
2,00%	1,11	1,06	1,01	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81

Tableau 7.7 Valeurs de  $V_{Rd,max}$ .

$f_{ck}$	$V_{Rd,max}$
20	3,68
25	4,50
30	5,28
35	6,02
40	6,72
45	7,38
50	8,00

Tableau 7.9 Valeurs de  $f_{ywd,ef}$   
pour  $f_{yk} = 500$  MPa

$d_{eff}$	$f_{ywd,ef}$
150	288
175	294
200	300
225	306
250	313
275	319
300	325
325	331
350	338

## 7.7 Règles relatives à l'espacement et à la quantité d'armatures

### 7.7.1 Section minimale des armatures

La section minimale des armatures longitudinales dans la direction principale est

$$A_{s,min} = 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk} > 0,0013 b_t d \text{ (voir [Tableau 7.6](#)).$$

NOTE : La quantité d'armature minimale nécessaire pour la maîtrise de la fissuration peut être supérieure à celle indiquée ici.

L'aire minimale d'un brin vertical de cadre pour l'armature de poinçonnement verticale est

$$1,5 \frac{A_{sw,min}}{s_r s_t} \geq 0,08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\text{ou encore } A_{sw,min} \geq (s_r s_t) / F$$

où

$s_r$  = espacement des cadres dans la direction radiale

$s_t$  = espacement des cadres dans la direction tangentielle

$F$  peut être pris dans le [Tableau 7.10](#).

Tableau 7.6 Pourcentage minimal d'armatures nécessaire.

$f_{ck}$	$f_{ctm}$	Pourcentage minimal % ( $0,26 f_{ctm} / f_{yk}^a$ )
25	2,6	0,13 %
30	2,9	0,15 %
35	3,2	0,17 %
40	3,5	0,18 %
45	3,8	0,20 %
50	4,1	0,21 %
<b>Légende</b>		
a où $f_{yk} = 500$ MPa.		

Tableau 7.10 Coefficient  $F$  pour déterminer  $A_{sw,min}$ 

$f_{ck}$	Coefficient, $F$
<b>25</b>	1875
<b>30</b>	1712
<b>35</b>	1585
<b>40</b>	1482
<b>45</b>	1398
<b>50</b>	1326
<b>Note</b>	
$f_{ck}$ a été pris égal à 500 MPa	

### 7.7.2 Section maximale des armatures

En dehors des zones de recouvrement, la section maximale des armatures tendues ou comprimées ne doit pas dépasser  $A_{s,max} = 0,04 A_c$

### 7.7.3 Espacement minimal des armatures

L'espacement minimal entre les barres doit être la plus grande valeur entre :

- 1 x diamètre de barre
- Dimension du granulats plus 5 mm
- 20 mm

### 7.7.4 Espacement maximal des armatures principales

Pour les dalles, les règles suivantes en matière d'espacement maximal sont applicables :

- Pour les armatures principales :  $2,5h$  mais pas plus de 400 mm
- Pour les armatures secondaires :  $3,0h$  mais pas plus de 450 mm

Exception faite des zones de charges concentrées ou zones de moment maximal, où les règles suivantes s'appliquent :

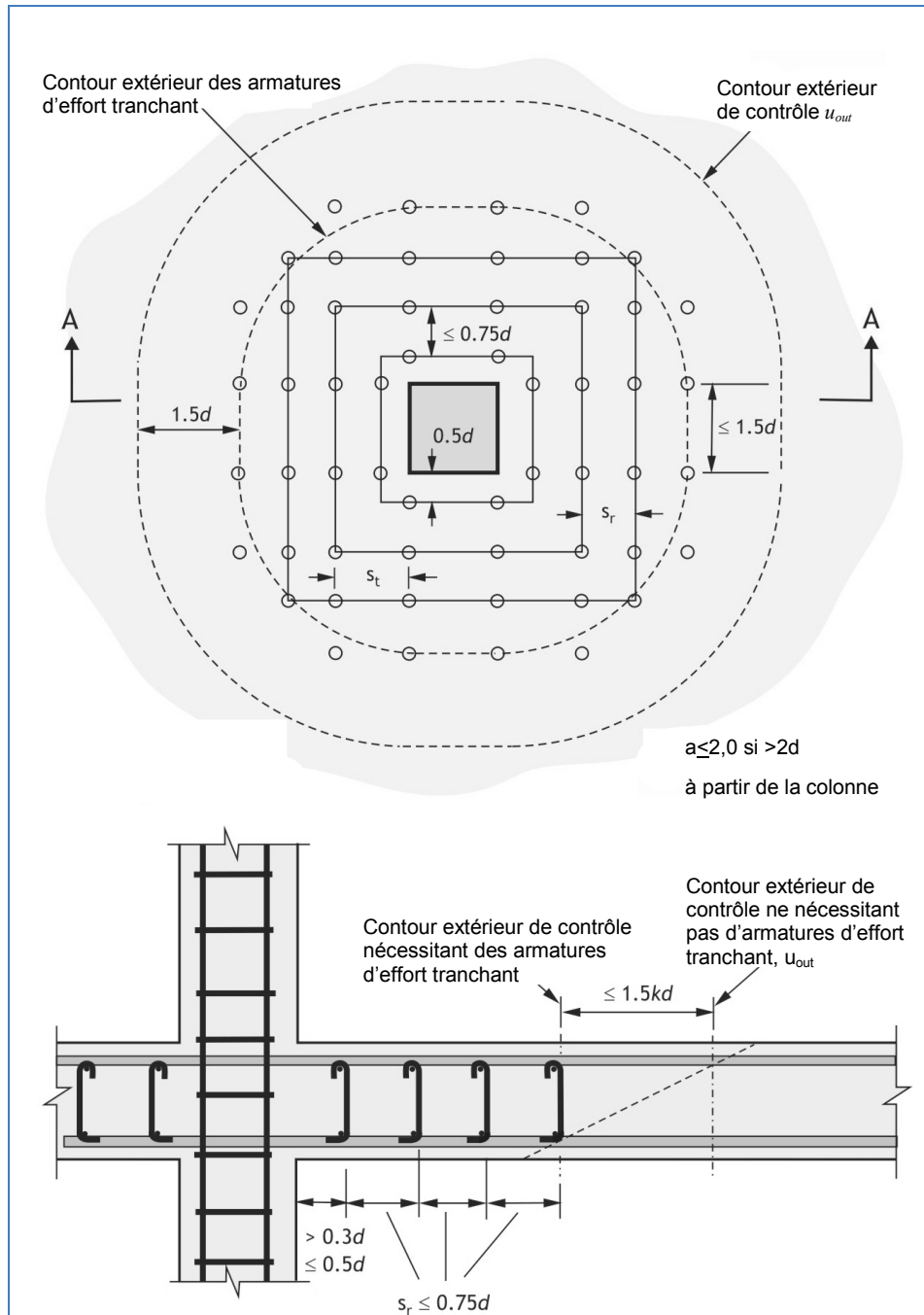
- Pour les armatures principales :  $1,5h$  mais pas plus de 250 mm
- Pour les armatures secondaires :  $2,5h$  mais pas plus de 400 mm, où  $h$  est la hauteur utile de la dalle.

### 7.7.5 Espacement des armatures de poinçonnement

Lorsque des armatures de poinçonnement sont exigées, il convient d'observer les règles suivantes :

- Il convient de les disposer entre l'aire chargée ou le poteau support jusqu'à la distance  $kd$  à l'intérieur du contour à partir duquel les armatures de poinçonnement ne sont plus exigées.  $k$  est égal à 1,5, sauf si le périmètre auquel les armatures ne sont plus nécessaires est inférieur à  $3d$  depuis le nu de la colonne. Dans ce cas, les armatures doivent être placées entre  $0,3d$  et  $1,5d$  du nu de la colonne.
- Il convient de prévoir au moins deux contours de d'armatures de poinçonnement.
- L'espacement radial des armatures ne doit pas dépasser  $0,75d$  (voir [Figure 7.9](#)).
- L'espacement tangentiel des armatures ne doit pas dépasser  $1,5d$  à moins de  $2d$  du nu de la colonne.
- L'espacement tangentiel des armatures ne doit pas dépasser  $2d$  pour un quelconque autre contour.
- La distance entre le nu de la colonne et l'armature d'effort tranchant la plus proche doit être inférieure à  $0,5d$  et supérieure à  $0,3d$ .

Figure 7.9 Disposition des armatures de poinçonnement



## 7.8 Symboles sélectionnés

Symbole	Définition	Valeur
$A_c$	Aire de la section droite du béton	$bh$
$A_s$	Aire de l'acier en traction	
$A_{s2}$	Aire de l'acier en compression	
$A_{s, prov}$	Aire de l'acier en traction prévue	
$A_{s, req}$	Aire de l'acier en traction nécessaire	
$b$	Largeur de la dalle	
$d$	Hauteur utile	
$d_2$	Hauteur utile à l'armature comprimée= distance entre l'armature de compression et la fibre de la section de béton la plus comprimée	
$f_{cd}$	Valeur de calcul de la résistance en compression du béton	$\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
$f_{ck}$	Résistance caractéristique du béton mesurée sur cylindre	
$f_{ctm}$	Valeur moyenne de la résistance en traction directe	$0,30 f_{ck}^{2/3}$ pour $f_{ck} \leq C50/60$ (du Tableau 3.1, Eurocode 2)
$h_s$	Épaisseur de la dalle	
$K$	Coefficient qui tient compte des différents systèmes structuraux	Voir Tableau 7.4N de l'EC2
$l_{eff}$	Portée utile de l'élément	Voir Section 5.3.2.2 (1)
$l/d$	Valeur limite du rapport portée/hauteur utile	
$M$	Moment de calcul à l'ELU	
$M_{Eap}$	Moment de calcul à l'ELS sous la combinaison quasi permanente des charges	
$x$	Profondeur de l'axe neutre	
$x_{max}$	Valeur limite de la profondeur de l'axe neutre	
$z$	Bras de levier	
$\alpha_{cc}$	Coefficient qui tient compte des effets à long terme sur la résistance en compression et des effets défavorables résultant de la façon dont la charge est appliquée	0,85 pour le calcul de la résistance en flexion, 1,0 dans les autres cas.
$\delta$	Rapport du moment après redistribution au moment fléchissant élastique	
$\gamma_m$	Coefficient partiel relatif aux propriétés des matériaux	1,15 pour l'armature ( $\gamma_s$ ) 1,5 pour le béton ( $\gamma_c$ )
$\rho_0$	Ratio d'armatures de référence	$0,001 \sqrt{f_{ck}}$
$\rho$	Ratio d'armatures tendues à mi-portée pour résister au moment dû aux charges de calcul (ou aux appuis pour les encorbellements)	$A_s / bd$
$\rho'$	Ratio d'armatures comprimées à mi-portée pour résister au moment dû aux charges de calcul (ou aux appuis pour les encorbellements)	$A_{s2} / bd$

## 7.9 Références

- 1 NBN EN 1992-1-1, Eurocode 2 : *Calcul des structures en béton – Règles générales et règles pour les bâtiments.*
- 4 NBN EN 1992-1-2, Eurocode 2 : *Calcul des structures en béton. Règles générales – Calcul du comportement au feu.*
- 6 PALLETT, P. *Guide to flat slab formwork and falsework.* Construct, 2003.
- 7 MOSS, R M & BROOKER, O. *How to design concrete structures using Eurocode 2: Flat slabs.* The Concrete Centre, 2006.

### Références complémentaires pour les constructions préfabriquées

- 1 NBN EN 13224 – *Éléments de plancher nervurés + NBN B 21-603 - Produits préfabriqués en béton - Eléments de plancher nervurés - Complément national à la NBN EN 13224*
- 2 NBN EN 13747 + A2 – *Prédalles pour systèmes de plancher + NBN B 21-606 - Produits préfabriqués en béton - Prédalles pour systèmes de planchers - Complément national à la NBN EN 13747+A2*
- 3 NBN EN 15037-1 – *Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous – Poutrelles + NBN B 21-616 - Produits préfabriqués en béton - Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous - Partie 1 : Poutrelles - Complément national à la NBN EN 15037-1*
- 4 NBN EN 15037[-2 à -5] – *Systèmes de planchers à poutrelles et blocs – Entrevous + NBN B 21-006 - Produits préfabriqués en béton - Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous - Partie 2: Entrevous en béton - Complément national à la NBN EN 15037-2+A1*
- 5 NBN EN 1168 + A3 – *Dalles alvéolées + NBN B 21-605 Produits préfabriqués en béton - Dalles alvéolées - Complément national à la NBN EN 1168+A3*
- 6 NBN EN 13369 – *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton+ NBN B 21-600 - Règles communes pour les produits préfabriqués en béton - Complément national à la NBN EN 13369*

