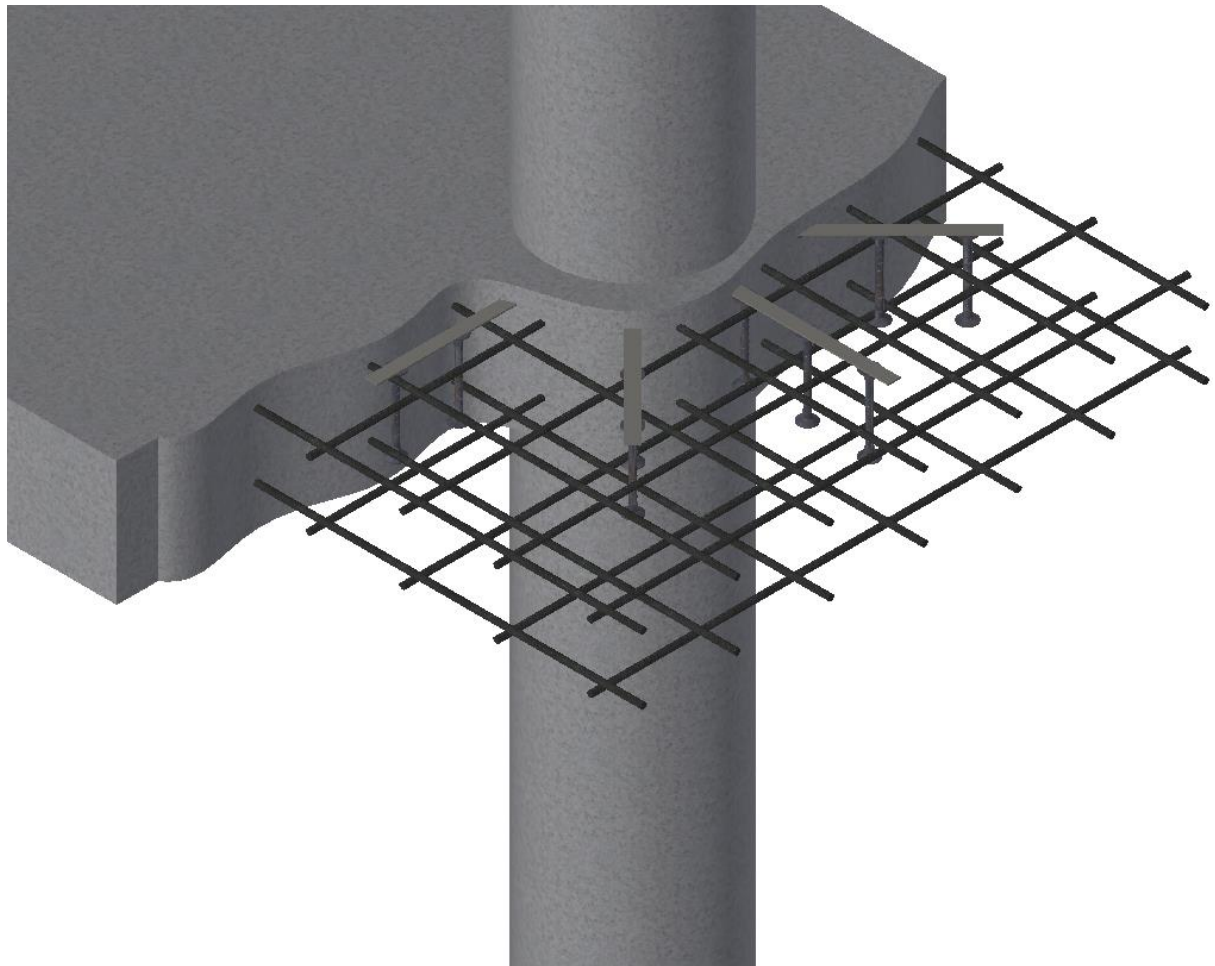


## DOCUMENTATION TECHNIQUE



# SYSTÈMES D'ARMATURES DE RENFORT | **SYSTÈME DE RENFORCEMENT CONTRE LE CISAILLEMENT ET LE POINÇONNEMENT**



**SOMMAIRE**

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>AVANTAGES DU SYSTÈME .....</b>	<b>3</b>
<b>PROPRIÉTÉS DU PRODUIT .....</b>	<b>3</b>
COMPORTEMENT STRUCTUREL .....	5
INFORMATIONS TECHNIQUES .....	6
APPLICATION .....	16
<b>EXEMPLE DE CALCUL .....</b>	<b>20</b>
<b>CONTACT .....</b>	<b>25</b>
<b>CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ .....</b>	<b>25</b>

## INTRODUCTION

Les renforcements contre le poinçonnement par cisaillement TSR sont utilisés dans les dalles plates ou les dalles de sol et fournissent une armature de renfort supplémentaire autour des colonnes et des extrémités de murs.

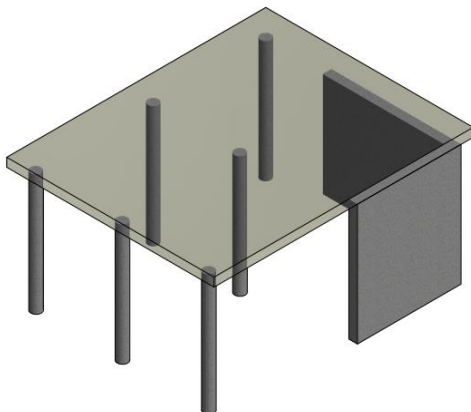
## AVANTAGES DU SYSTÈME

Le système d'armatures de renfort contre le cisaillement TSR offre comme avantages :

- Une plus grande résistance au poinçonnement que le système de renforcement à étriers conventionnel
- Une installation simple et efficace
- Des coûts de coffrage bas
- Une utilisation optimale de l'espace – distance plus grande entre les colonnes de soutien
- Une installation facile par le haut et le bas
- L'installation plus simple des infrastructures d'immeuble sous les dalles, comme les tubes et les tuyaux.

Le TSR se compose de goujons à tête double reliés par un profilé d'assemblage – une bande d'acier plat. Les produits conçus et fabriqués par Terwa garantissent une installation beaucoup plus simple du produit que les autres éléments de renfort traditionnels (étriers), et cela dans les deux cas – que le TSR soit coulé sur site ou dans des éléments préfabriqués. Ce système est totalement noyé dans les éléments préfabriqués, ce qui en fait la solution parfaite pour les structures monolithiques minces ou les dalles en béton plates.

## PROPRIÉTÉS DU PRODUIT

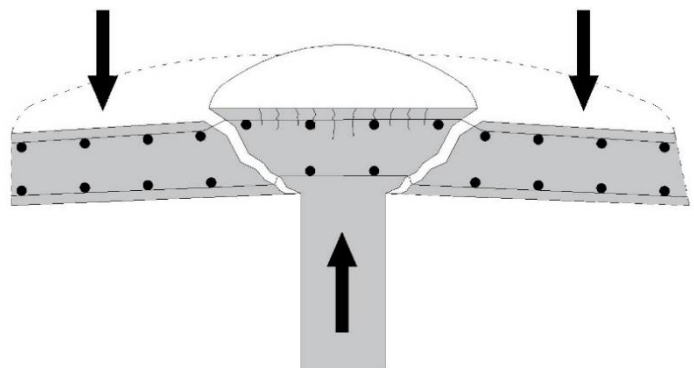


Dalle plate supportée sur colonnes sans têtes et murs élargis.

Les dalles plates en béton renforcé sont actuellement l'un des systèmes structurels les plus populaires dans les immeubles résidentiels, administratifs et industriels et dans de nombreux autres types d'immeubles. Ce type de construction fait à partir de dalles de béton sans poutres ou têtes de colonne élargies permet une utilisation optimale et flexible de l'espace. Du fait de l'utilisation de dalles de béton plus minces, plus légères et plus simples, le coût de construction peut être substantiellement réduit. De même, la hauteur de sol peut être réduite par l'utilisation d'un renfort contre le cisaillement TSR.

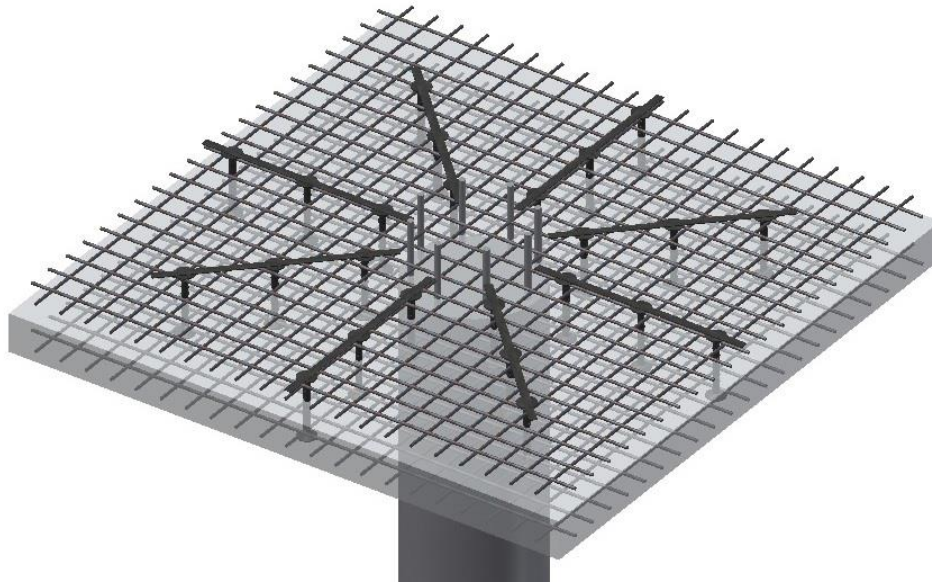
Dans la zone de support, autour de la tête de colonne, les moments de flexion sont combinés aux charges transversales – réaction des supports. Ces concentrations de charges conduisent à augmenter les contraintes et ensuite à la rupture de la dalle par poinçonnement.

Auparavant, des dalles avec épaisseur accrue ou des colonnes avec têtes élargies étaient utilisées pour éviter la rupture par poinçonnement. Les cages à étriers utilisées comme armatures de renfort contre le poinçonnement par cisaillement impliquent une installation compliquée à grands frais. Par rapport aux cages à étriers, le système TSR convient mieux aux fortes charges autour des têtes de colonne.



Rupture d'une dalle par poinçonnement.

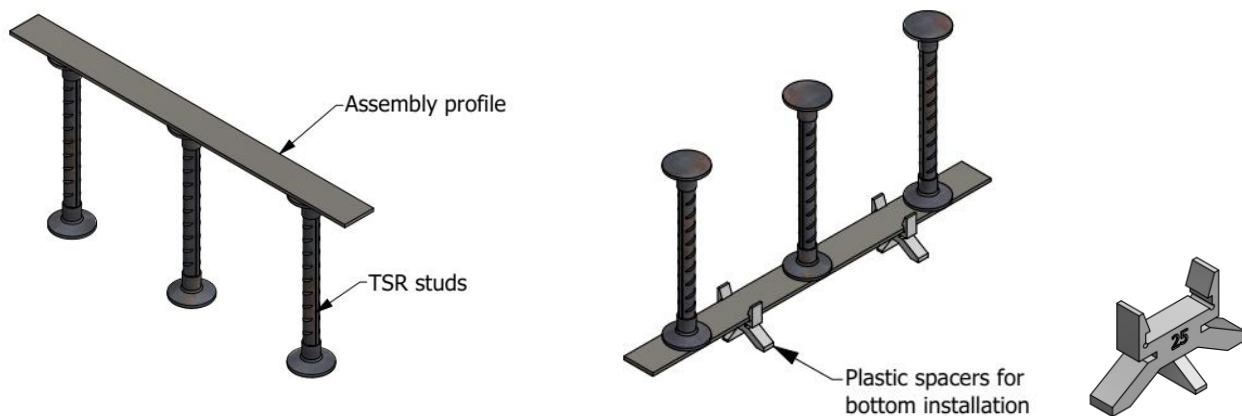
Pour éviter les ruptures par cisaillement, le TSR est utilisé dans les dalles de sol aussi bien que dans les dalles plates. D'autres applications (TSR utilisé comme renfort contre le cisaillement dans les poutres ou les extrémités de murs de soutien) sont également possibles.



Dalle plate renforcée avec TSR

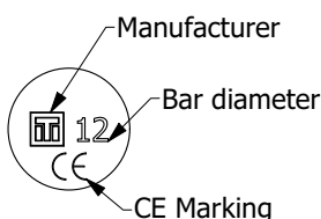
Les éléments TSR se composent de goujons à tête double forgée faits de barres de renfort en acier soudés à un profilé d'assemblage (Figure 4). Les têtes sont forgées à chaud à un diamètre égal à 3 fois celui de la barre de renfort. La barre de renfort utilisée a une limite d'élasticité caractéristique de 500 MPa. Le profilé d'assemblage n'a pas de fonction de support de charge : il ne garantit que l'alignement, l'espacement et le positionnement corrects des goujons durant leur installation dans les dalles de béton.

Matériel utilisé : - profilé d'assemblage, bandes de 30x4 mm fabriquées en S235JR EN 10025-2 : goujons 2004 et TSR fabriqués en barre de renfort B500B EN 10080. Les espaceurs utilisés pour une installation en bas des éléments TSR sont fabriqués en plastique.



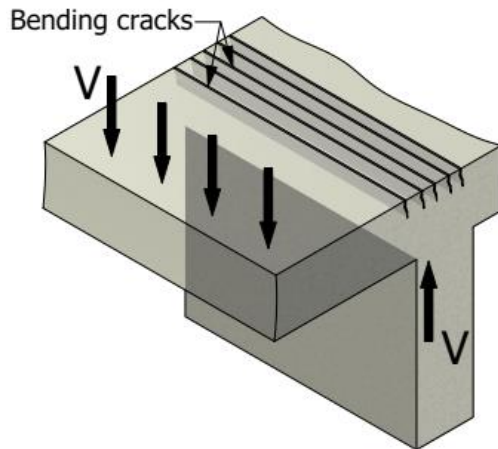
Types d'éléments TSR disponibles

Chaque goujon TSR est clairement marqué de la dimension de barre de renfort et du logo du fabricant.

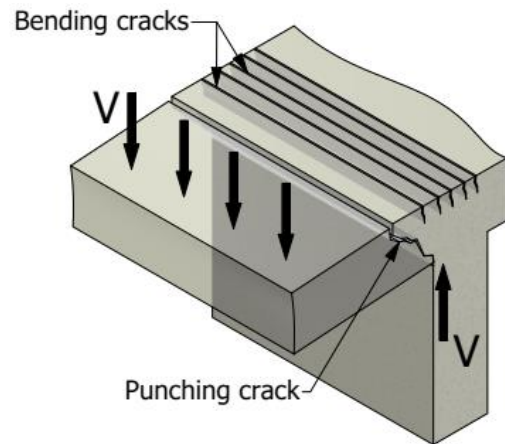


## COMPORTEMENT STRUCTUREL

Le poids d'une dalle supportée sur une colonne détermine les contraintes de cisaillement dans la dalle qui pourraient entraîner le poinçonnement de la dalle par la colonne si aucune armature de renfort supplémentaire n'a été installée.

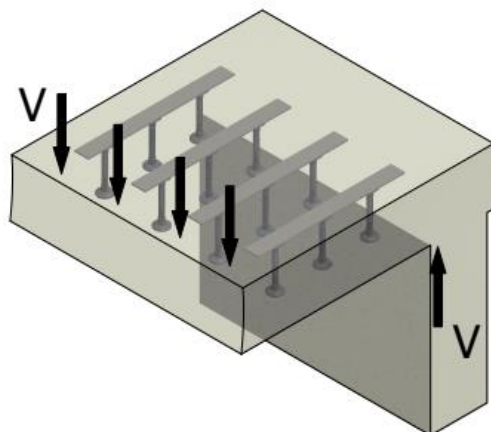


Forces dans les dalles sans armature de renfort anti-cisaillement avant rupture



Forces dans les dalles sans armature de renfort anti-cisaillement avant rupture

Les goujons TSR sont conçus pour éviter l'apparition et l'expansion de fissures de poinçonnement inclinées. Les goujons TSR agissent comme des composants à traction verticale.



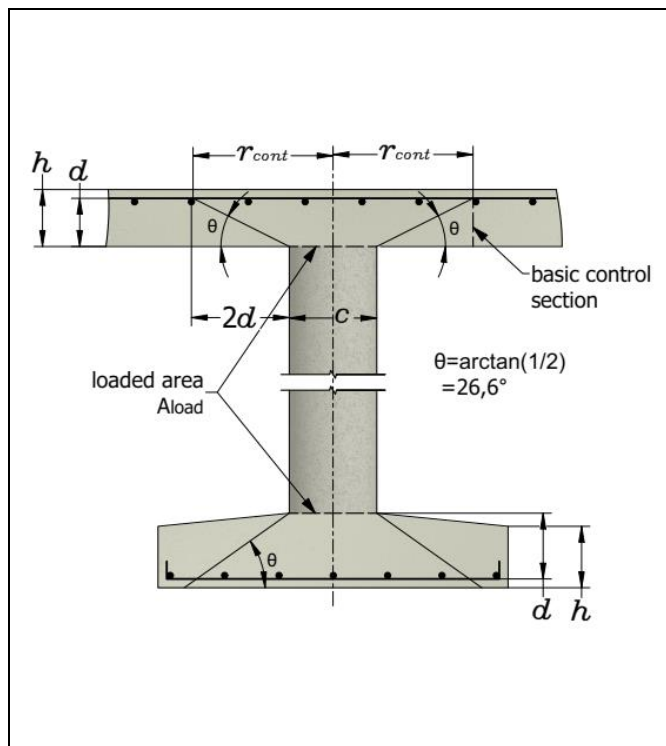
Forces dans la dalle avec renfort TSR.

Les excellentes propriétés d'ancrage des goujons TSR permettent à la dalle renforcée avec des goujons TSR de développer des résistances qui sont significativement supérieures aux résistances des dalles renforcées avec armature de renfort conventionnelle (étriers).

## INFORMATIONS TECHNIQUES

### POINÇONNEMENT

Le modèle de vérification pour le poinçonnement par cisaillement à la limite ultime est illustré ci-dessous.



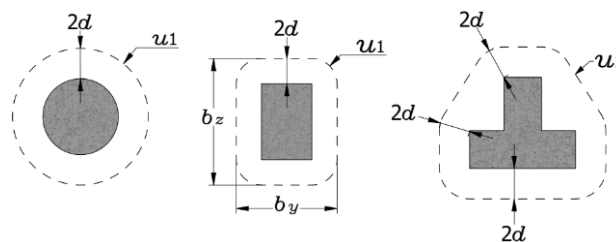
Le poinçonnement par cisaillement peut résulter d'une charge concentrée ou d'une réaction agissant sur la zone chargée  $A_{load}$  d'une dalle ou d'une fondation.

La résistance au cisaillement doit être contrôlée en face de la colonne et du périmètre de contrôle de base  $u_1$

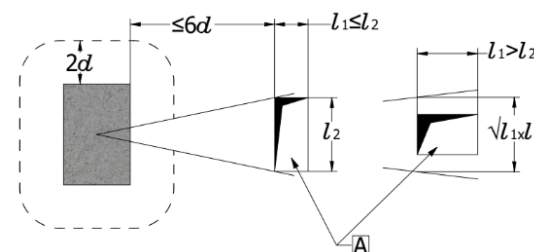
Le périmètre éloigné  $u_{out,ef}$  correspond au périmètre où les renforts contre le cisaillement ne sont plus requis.

La section de contrôle est perpendiculaire au plan médian de la dalle pour les dalles de profondeur constante. Pour les dalles ou les semelles de profondeur variable autres que les semelles en gradins, on peut supposer que la profondeur effective peut être la profondeur au périmètre de la zone chargée.

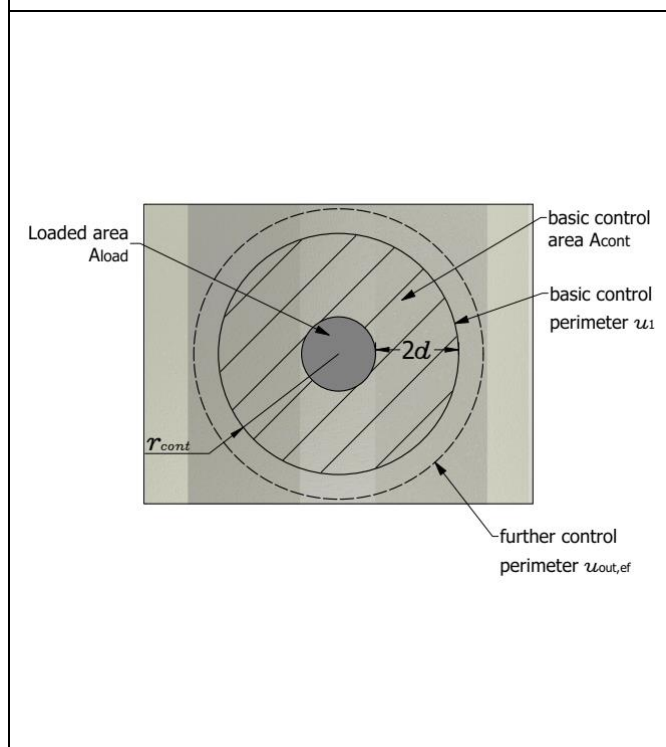
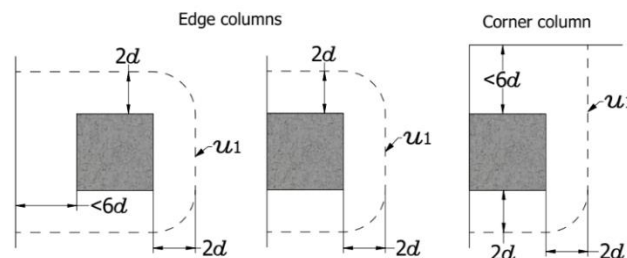
Périmètre de contrôle de base typique :

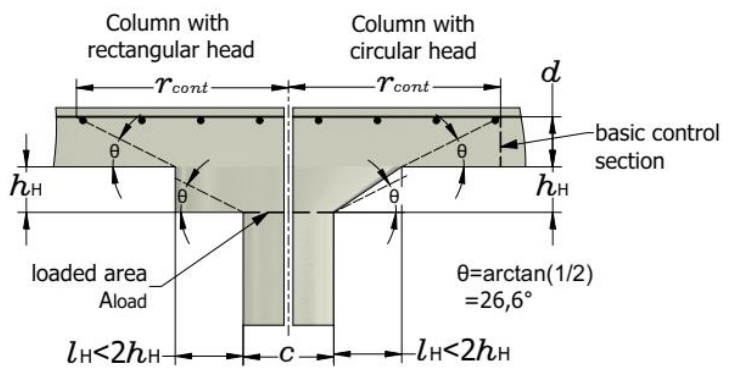
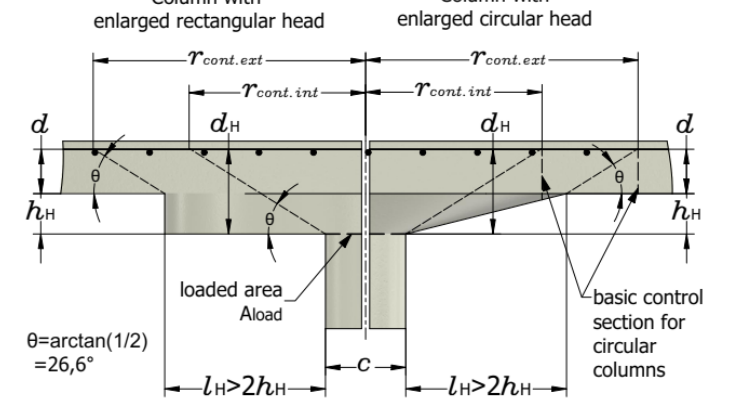


Périmètre de contrôle près d'une ouverture A :



Périmètre de contrôle de base pour les zones chargées proches ou sur les bords ou aux coins :



	<p>Pour les dalles avec une tête de colonne pour laquelle <math>l_H &lt; 2h_H</math> les contraintes de poinçonnement par cisaillement ne doivent être contrôlées que sur la section de contrôle en dehors de la tête de colonne. Pour une colonne circulaire :</p> $r_{cont} = 2d + l_H + 0,5c$ <p>Où :</p> <p><math>l_H</math> – distance du côté de la colonne jusqu’au bord de la tête de colonne. <math>c</math> – diamètre d’une colonne circulaire</p> <p>Pour une colonne rectangulaire, la valeur <math>r_{cont}</math> peut être prise comme la valeur la plus basse entre :</p> $r_{cont} = 2d + 0,56\sqrt{l_1 l_2} \text{ et } r_{cont} = 2d + 0,69l_1$
	<p>Pour les dalles avec une tête de colonne pour laquelle les contraintes de poinçonnement par cisaillement <math>l_H &lt; 2h_H</math> ne doivent être contrôlées que sur la section de contrôle.</p> <p>Pour une colonne circulaire :</p> $r_{cont,ext} = 2d + l_H + 0,5c$ $r_{cont,int} = 2(d + h_H) + 0,5c$

## CALCUL DU POINÇONNEMENT PAR CISAILLEMENT

Les contraintes de conception le long de la section de contrôle sont :

- $v_{Rd,c}$  – la valeur de calcul de la résistance au poinçonnement par cisaillement d’une dalle sans renfort contre le poinçonnement par cisaillement le long de la section de contrôle considérée
- $v_{Rd,cs}$  – la valeur de calcul de la résistance au poinçonnement par cisaillement d’une dalle sans renfort contre le poinçonnement par cisaillement le long de la section de contrôle considérée
- $v_{Rd,max}$  – la valeur de calcul de la résistance maximale au poinçonnement par cisaillement le long de la section de contrôle considérée

Les contrôles suivants doivent être faits :

- À la périphérie de colonne, ou à la périphérie de la zone chargée, la valeur de calcul de la contrainte de force appliquée doit être :

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

- Le renfort contre le poinçonnement par cisaillement n’est pas nécessaire si :

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

- Si  $v_{Ed} > v_{Rd,c}$  pour la section de contrôle considérée, le renfort contre le poinçonnement par cisaillement doit être fourni selon :

$$v_{Rd,cs} = 0,75v_{Rd,c} + 1,5 \left( \frac{d}{S_r} \right) A_{sw} f_{ywd,ef} \left( \frac{1}{(u_1 d)} \right) \sin \alpha$$

Là où la réaction de support est excentrique concernant le périmètre de contrôle, la contrainte de cisaillement maximale doit être :

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

Où :

$d$  - profondeur effective de la dalle, qui peut être  $d = (d_y + d_z)/2$ ,  $d_x$ ,  $d_y$  correspond à la profondeur effective dans les directions  $y$  et  $z$  de la section de contrôle.

$u_i$  - est la longueur du périmètre de contrôle considéré

$\beta$  - est donné par :

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

Où :

$u_1$  - la longueur du périmètre de contrôle de base

$k$  - coefficient dépendant du rapport entre la dimension des colonnes  $c_1$  et  $c_2$

$W_1$  - correspond à une répartition du cisaillement tel qu'illustré ci-dessous, et est une fonction du périmètre de contrôle de base  $u_1$

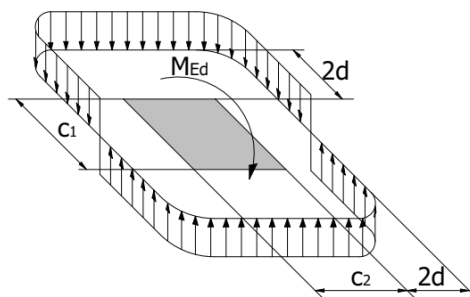
$$W_i = \int_0^{u_i} |e| dl$$

$dl$  - un incrément de longueur du périmètre

$e$  - la distance de  $dl$  de l'axe autour duquel le moment  $M_{Ed}$  agit.

$c_1/c_2$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
$k$	0,45	0,60	0,70	0,80

Répartition du cisaillement due à un moment non équilibré à une connexion colonne-dalle interne



- Pour une colonne rectangulaire :

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16d^2 + 2\pi d c_1$$

Où :

$c_1$  - est la dimension de colonne parallèle à l'excentricité de la charge

$c_2$  - est la dimension de colonne perpendiculaire à l'excentricité de la charge

- Pour des colonnes circulaires internes :

$$\beta = 1 + 0,6\pi \frac{e}{D + 4d}$$

$D$  - est le diamètre de la colonne circulaire

$e$  - est l'excentricité de la charge appliquée  $e = M_{Ed}/V_{Ed}$

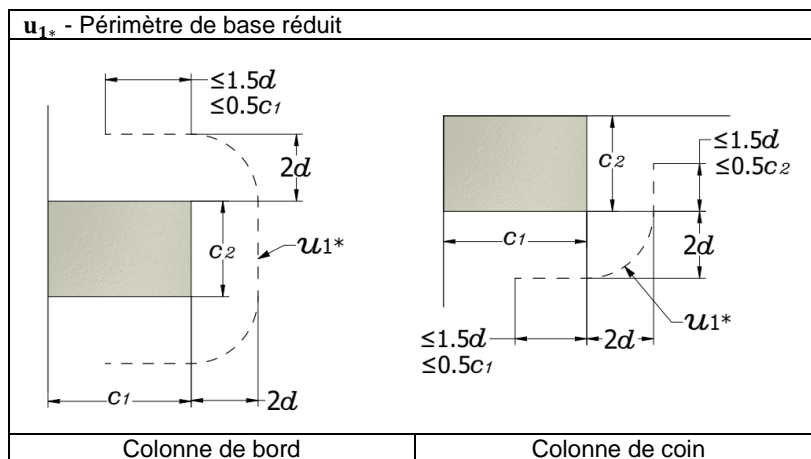


- Pour une colonne rectangulaire interne où la charge est excentrique par rapport aux deux axes :

$$\beta = 1 + 1,8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

$e_y$  et  $e_z$  - les excentricités  $M_{Ed}/V_{Ed}$  le long des axes y et z respectivement,  $e_y$  – résultent d'un moment de par et d'autre de l'axe z et  $e_z$  – d'un moment autour de l'axe y  
 $b_y$  et  $b_z$  – les dimensions du périmètre de contrôle

- Pour les liaisons colonne - bord, où l'excentricité perpendiculaire au bord de dalle est orientée vers l'intérieur et où il n'y a pas d'excentricité parallèle au bord, la force de poinçonnement peut être considérée comme étant uniformément répartie le long du périmètre de contrôle  $u_{1*}$  comme indiqué ci-dessous :



Pour excentricités dans les deux directions orthogonales :

$$\beta = \frac{u_1}{u_{1*}} + k \frac{u_1}{W_1} e_{par}$$

Où :

- $u_1$  est le périmètre de contrôle de base
- $u_{1*}$  est le périmètre de contrôle de base réduit
- $e_{par}$  est l'excentricité parallèle au bord de dalle résultant d'un moment autour d'un axe perpendiculaire au bord de dalle.
- $k$  – peut être déterminé à partir du tableau ci-dessus avec  $c_1/c_2$  remplacé par  $c_1/2c_2$ .
- $W_1$  – est calculé pour le périmètre de contrôle de base  $u_1$

Pour une colonne de bord rectangulaire :

$$W_1 = \frac{c_2^2}{4} + c_1c_2 + 4c_1d + 8d^2 + \pi dc_2$$

Pour une colonne de coin où l'excentricité se trouve vers l'intérieur de la dalle, on suppose que la force de poinçonnement est uniformément répartie le long du périmètre de contrôle réduit  $u_{1*}$ . Dans ce cas, la valeur pour  $\beta$  peut être considérée comme :

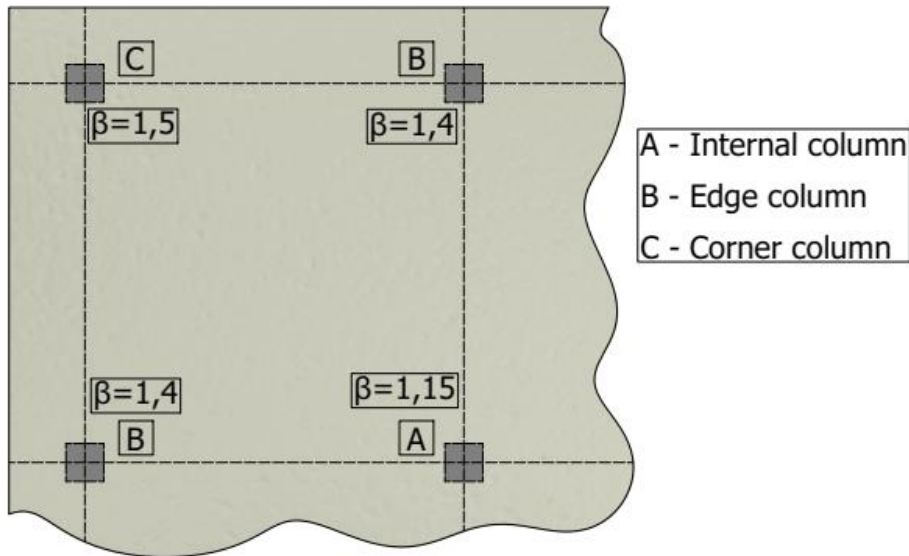
$$\beta = \frac{u_1}{u_{1*}}$$

Dans les deux cas, colonne au bord et colonne de coin, si l'excentricité est la  $\beta$  extérieure, elle est égale à :

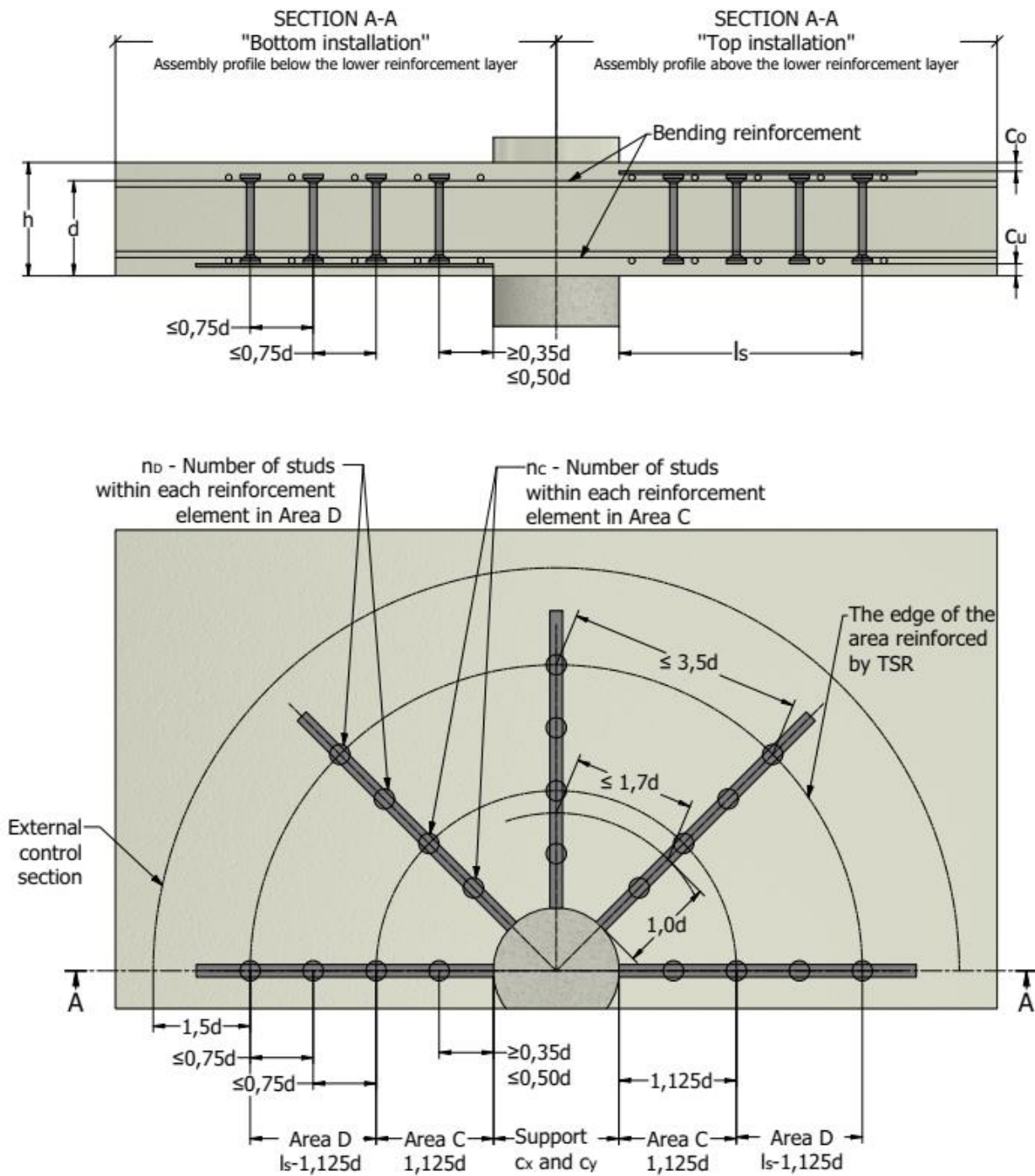
$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

Pour les structures où la stabilité latérale ne dépend pas du cadre d'action entre la dalle et les colonnes, et là où les portées adjacentes ne diffèrent pas en longueur de plus de 25 %, les valeurs approximatives pour  $\beta$  peuvent être utilisées.

Des valeurs recommandées sont données dans la figure ci-dessous :



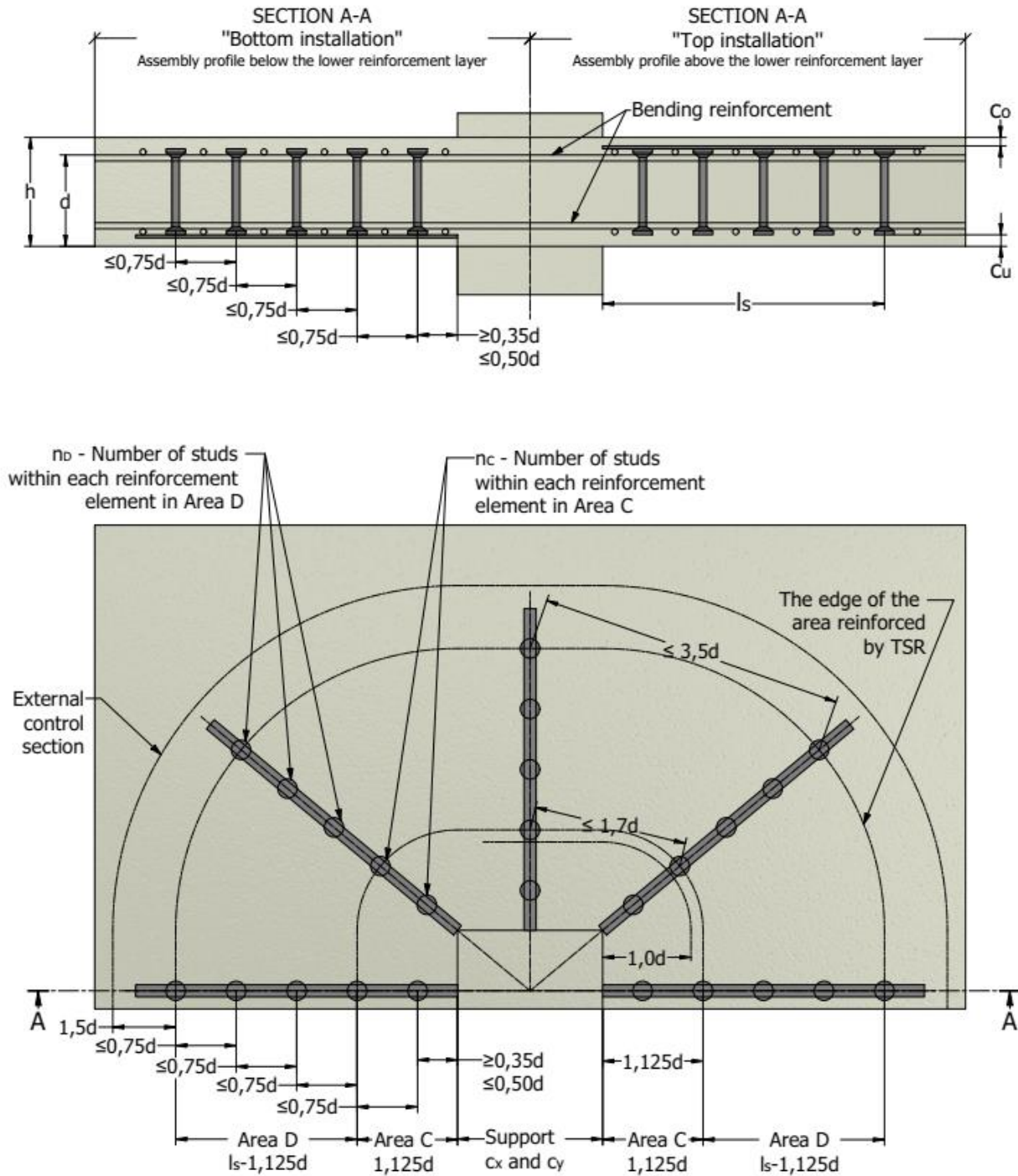
La section et la vue de haut des dalles et du sol renforcé avec TSR conformément aux recommandations d'EN 1992-1-1, 6.4.2 sont présentées sur les figures ci-dessous. Généralement, les éléments TSR sont organisés de manière radiale autour de la colonne. Des arrangements alternatifs des éléments TSR sont possibles, pourvu que les exigences d'espacement maximal des goujons TSR soient respectées.



$m_C$  - Number of reinforcement elements in Area C  
 $m_D$  - Number of reinforcement elements in Area D

Arrangement de section et de vue de haut d'éléments standard

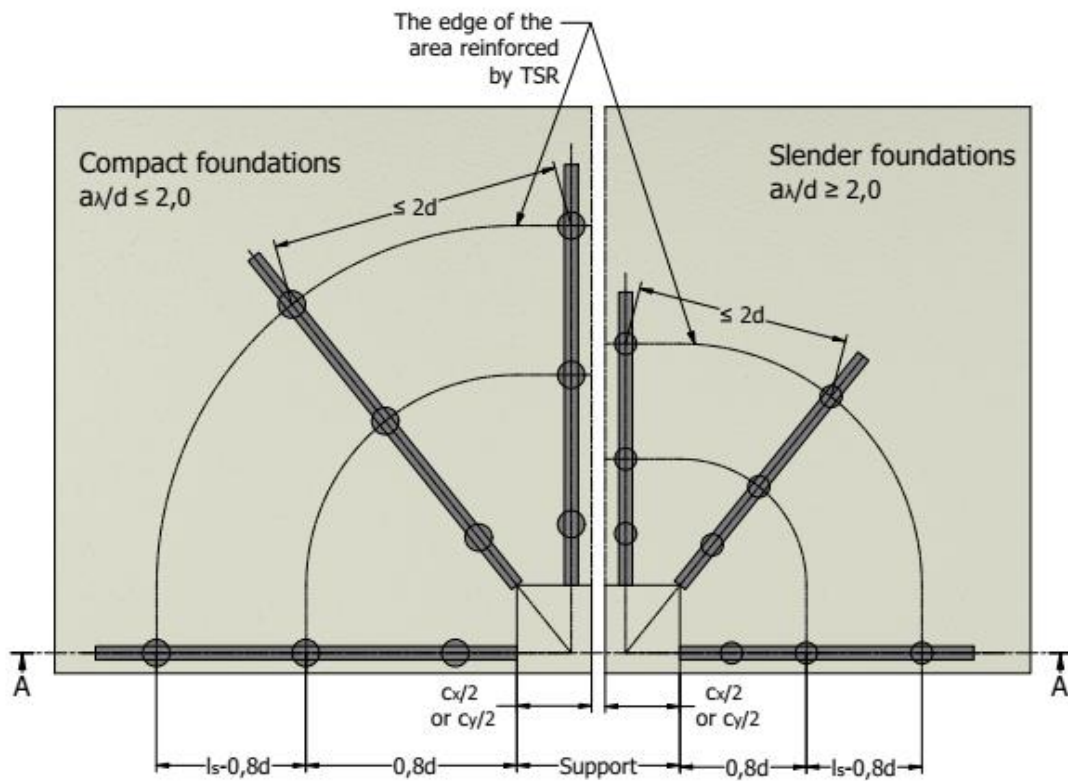
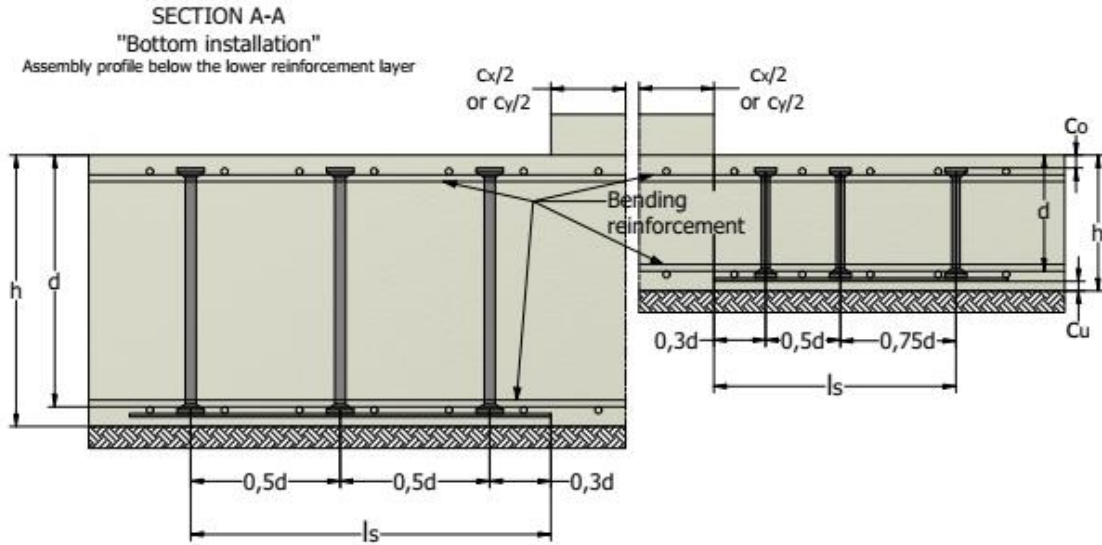
Section et vue de haut de dalle plate avec colonne circulaire



$m_C$  - Number of reinforcement elements in Area C  
 $m_D$  - Number of reinforcement elements in Area D

Arrangement de section et de vue de haut d'éléments standard

Section et vue de haut de dalle plate avec colonne rectangulaire



$m_c$  - Number of reinforcement elements in Area C  
 $m_D$  - Number of reinforcement elements in Area D

Arrangement de dalles de sol et de semelles

Section et vue de haut d'une dalle de sol ou d'une semelle renforcé par des goujons TSR

## Résistance au poinçonnement par cisaillement de dalles et bases de colonne sans renfort contre le cisaillement

- 1) La résistance au poinçonnement par cisaillement d'une dalle et de bases de colonne sans renfort contre le cisaillement pour la section de contrôle de base est déterminée conformément à l'éq. (6.47) de EN 1992-1-1, comme :

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Où :

$f_{ck}$  – est en MPa

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad d \text{ en mm}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0,02.$$

$\rho_{ly}, \rho_{lz}$  fait référence à l'acier de tension combinée dans les directions y et x respectivement. Les valeurs  $\rho_{ly}$  et  $\rho_{lz}$  doivent être calculées comme valeurs moyennes pour le compte d'une largeur de dalle égale à la largeur de colonne plus 3d de chaque côté.

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cy} + \sigma_{cz})/2.$$

Où :

$\sigma_{cy}, \sigma_{cz}$  sont les contraintes normales du béton dans la section critique dans les directions y et z (MPa, positif en compression)

$$\sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}} \text{ et } \sigma_{cz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

$N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$  sont les forces longitudinales à travers toute la baie pour les colonnes internes et la force longitudinale à travers la section de contrôle pour la colonne de bord. La force peut venir d'une charge ou d'une action précontraignante

$A_c$  est la zone de béton selon la définition de  $N_{Ed}$

Les valeurs  $C_{Rd,c}$ ,  $v_{min}$  et  $k_1$  à utiliser dans un pays peuvent être trouvées dans son Annexe Nationale. La valeur recommandée pour

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c, v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \text{ et } k_1 = 0,1$$

- 2) La résistance au poinçonnement des bases de colonnes doit être vérifiée aux périmètres de contrôle dans 2d à partir de la périphérie de la colonne.

Pour la charge concentrique, la force nette appliquée est  $V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$

Où :

$V_{Ed}$  est la force de cisaillement appliquée

$\Delta V_{Ed}$  est la force nette ascendante dans le périmètre de contrôle considéré – pression ascendante du sol moins poids propre de la base.

$$v_{Ed} = V_{Ed,red}/ud$$

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} x \frac{2d}{a} \geq v_{min} x \frac{2d}{a}$$

Où :

$a$  est la distance de la périphérie de la colonne au périmètre de contrôle considéré.

Les valeurs  $C_{Rd,c}$ ,  $v_{min}$  et  $k_1$  à utiliser dans un pays peuvent être trouvées dans son Annexe Nationale. La valeur recommandée pour

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c, v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \text{ et } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

Pour la charge excentrique :

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{ud} \left[ 1 + k \frac{M_{Ed}u}{V_{Ed,red}W} \right], \text{ où } k \text{ provient du tableau ci-dessous.}$$

$c_1/c_2$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

## Résistance au poinçonnement par cisaillement de dalles et bases de colonne sans renfort contre le cisaillement

- 1) Là où une armature de renfort contre le cisaillement est requise, elle doit être calculée avec :

$$v_{Rd,cs} = 0,75v_{Rd,c} + 1,5 \left( \frac{d}{s_r} \right) A_{sw} f_{ywd,ef} \left( \frac{1}{(u_1 d)} \right) \sin \alpha$$

Où :

$A_{sw}$  correspond à la zone d'un périmètre de renfort contre le cisaillement autour de la colonne [mm<sup>2</sup>]

$s_r$  correspond à l'espacement radial des périmètres de renfort contre le cisaillement [mm]

$f_{ywd,ef}$  correspond à la résistance de conception effective du renfort contre le cisaillement ou le poinçonnement, selon

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \leq f_{ywd} \text{ [MPa]}$$

$d$  est la moyenne de la profondeur effective dans les directions orthogonales [mm]

$\alpha$  correspond à l'angle entre l'armature de renfort contre le cisaillement et le plan de la dalle

Si une seule ligne de barres recourbées vers le bas est présente, le rapport  $d/s_r$  peut donner la valeur 0,67.

- 2) Adjacente à la colonne, la résistance au poinçonnement par cisaillement est limitée à un maximum de :

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

Où :

$u_0$  pour une colonne intérieure  $u_0 = \text{enclosing minimum periphery}$  [mm]

pour une colonne de bord  $u_0 = c_2 + 3d \leq c_2 + 2c_1$  [mm]

pour une colonne de coin  $u_0 = 3d \leq c_1 + c_2$  [mm]

$c_1, c_2$  sont les dimensions de colonne rectangulaire

$\beta$  voir les formules ci-dessus

La valeur de  $v_{Rd,max}$  à utiliser dans un pays peut être trouvée dans son Annexe Nationale. La valeur recommandée est

$$0,5v_{fcd}$$

Où :

$$v = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (f_{ck} \text{ en MPa}).$$

- 3) Le périmètre de contrôle auquel l'armature de renfort contre le cisaillement n'est pas requise  $u_{out,ef}$  doit être calculé :

$$u_{out,ef} = \frac{\beta V_{Ed}}{v_{Rd,c} d}$$

Le périmètre le plus externe d'armature de renfort contre le cisaillement doit être placé à une distance inférieure à  $kd$  dans  $u_{out}$  ou  $u_{out,ef}$ , voir illustrations ci-dessous. La valeur de  $k$  à utiliser dans un pays peut être trouvée dans son Annexe Nationale. La valeur recommandée est  $k = 1,5$

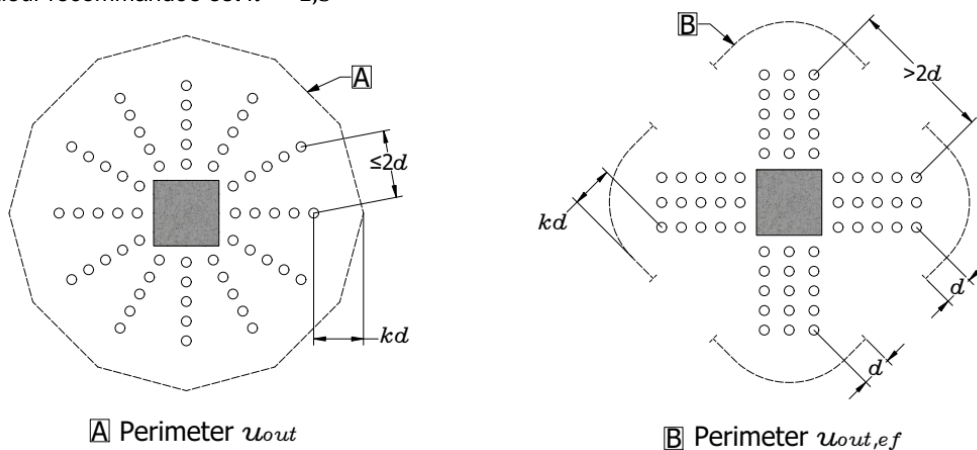
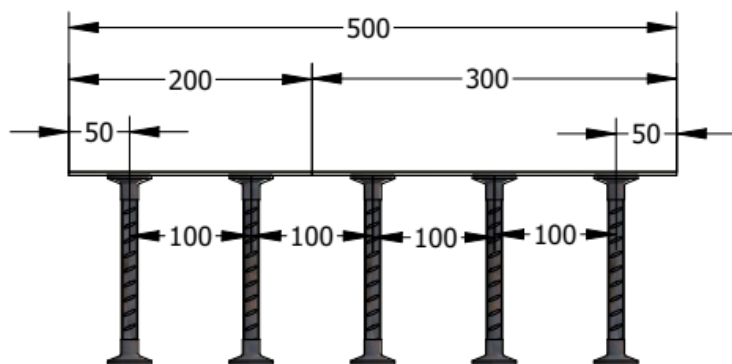


Figure 9. Périmètre de contrôle aux colonnes internes

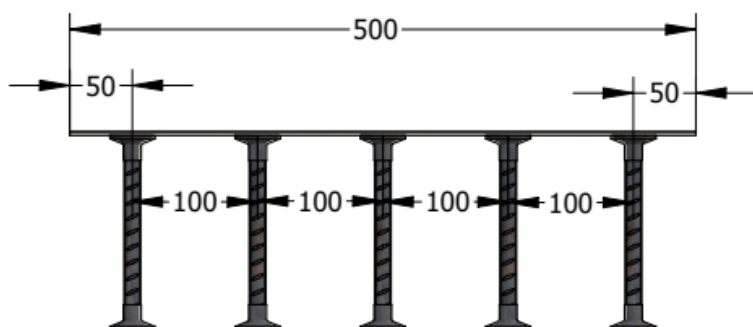
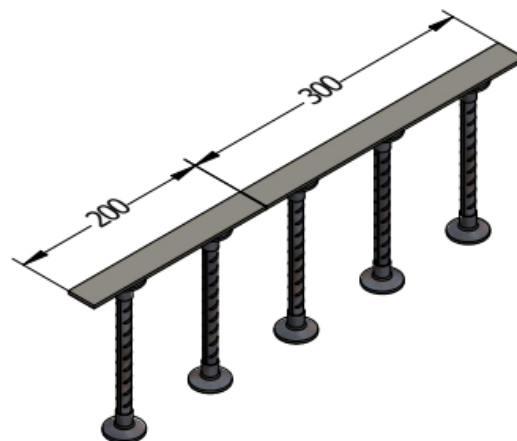
## APPLICATION

La profondeur minimale d'une dalle renforcée avec TSR est de 180 mm.

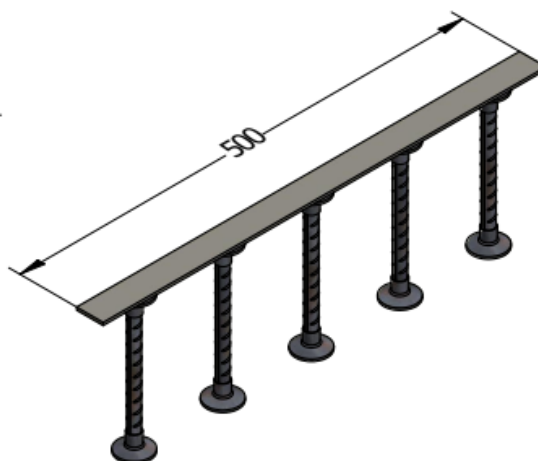
Le renfort de dalles plates avec TSR peut être fourni comme une combinaison de 2 ou 3 goujons ou par des éléments complets où tous les goujons sont soudés à un profilé d'assemblage. Dans les dalles épaisses, les dalles de fondation et où des rapports élevés d'armatures en acier sont utilisés, il est recommandé d'installer les éléments TSR complets d'abord, en utilisant la méthode « bottom-up ».



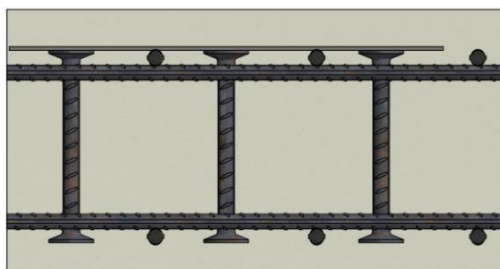
TSR-12/155-2/200 (50/100/50)  
 TSR-12/155-3/500 (50/2 x 100/50)



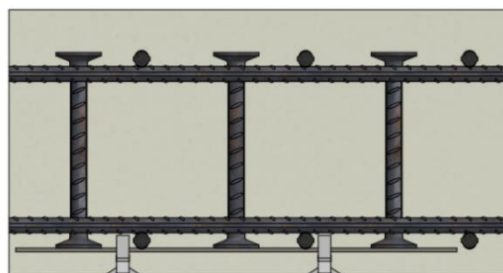
TSR-12/155-5/500 (50/4 x 100/50)



Les éléments TSR symétriques sont installés de préférence par le dessus

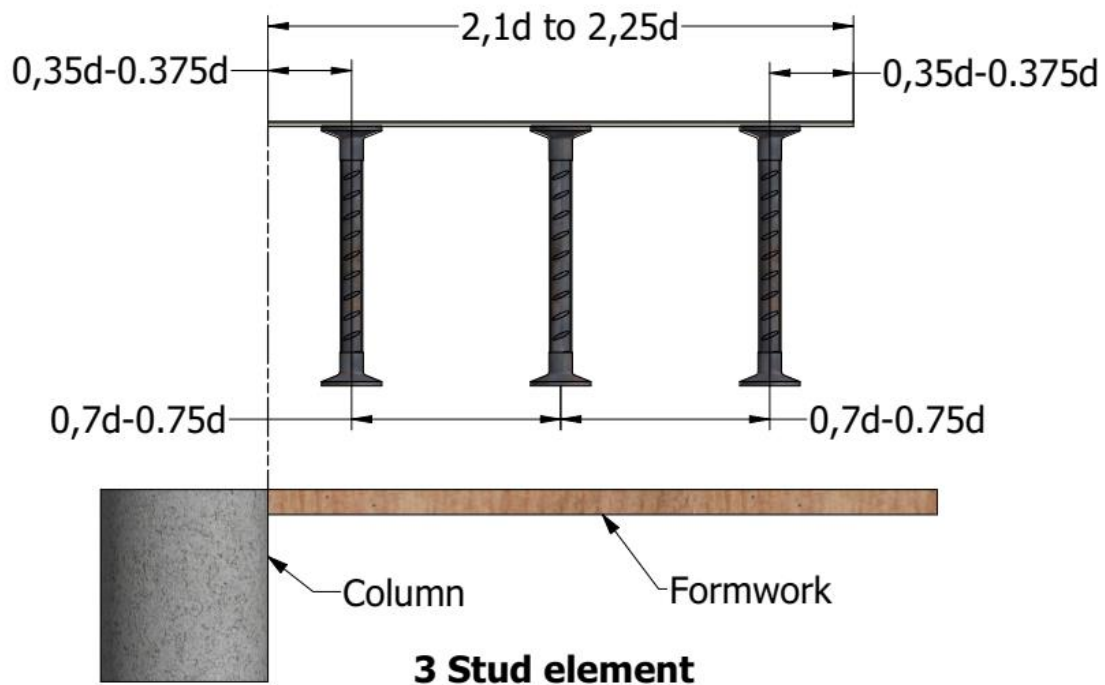
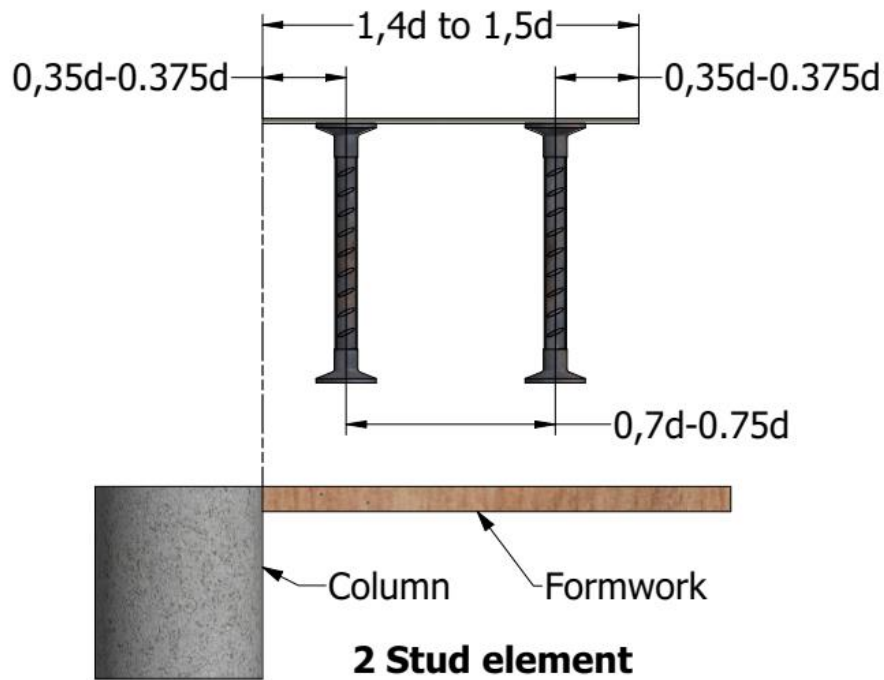


Les éléments TSR complets sont de préférence installés par le bas avant le placement du renfort principal





**DESCRIPTION STANDARD DU RENFORT CONTRE LE CISAILLEMENT**



## Dimensions et marquages des ancrages à goujons TSR

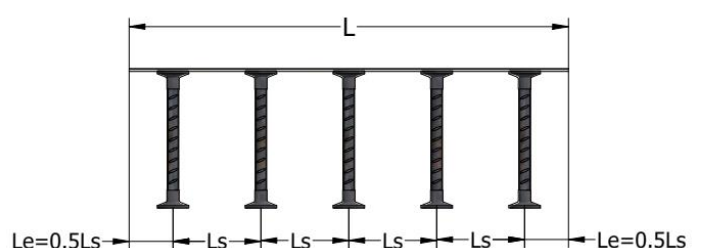


Diamètre du goujon $d_s$ [mm]	Diamètre de la tête $D$ [mm]	Épaisseur de la tête $t_h$ [mm]	Section du goujon $A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	Valeur caractéristique de la limite d'élasticité $f_{yk}$ [MPa]	Résistance caractéristique du goujon $F_k = A f_{yk}$ [kN]
10	30	6	79	500	39,5
12	36	7	113		56,5
14	42	8	154		77,0
16	48	8,5	201		100,5
20	60	10	314		157,0
25	75	14	491		245,5

### Description de commande

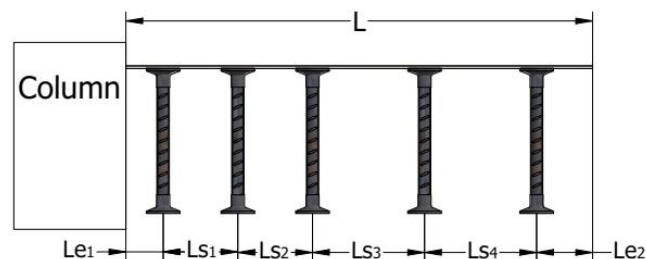
#### 1) Type standard

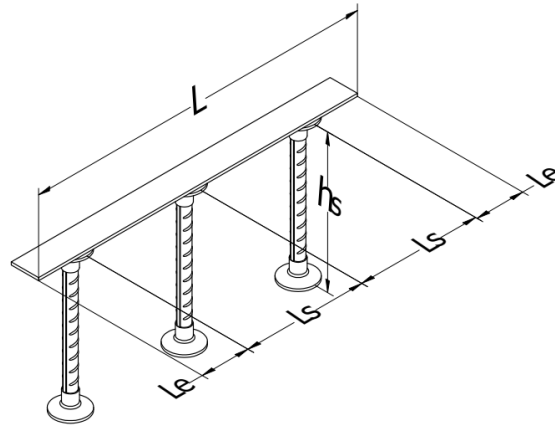
Type	Dimensions du goujon $d_s/h_s$			Nombre de goujons	Longueur d'élément L
TSR	-	12	/ 155	- 5 /	500



#### 2) Élément complet

Type	Dimensions du goujon $d_s/h_s$			Nombre de goujons	Longueur d'élément L	Espacement d'extrémité $Le_1$	Espacements des goujons ( $LS_1/LS_2/LS_3/.....LS_n$ )	Espacement d'extrémité $Le_2$
TSR	-	12	/ 155	- 5 /	500	(40	/ 80 / 80 / 120 / 120 /	60)

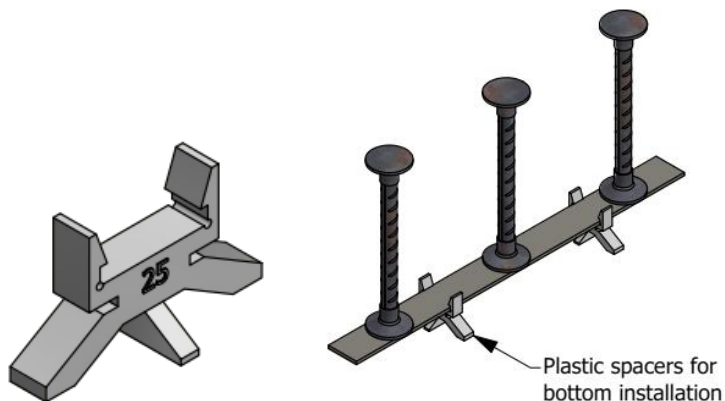



**Types standard disponibles**

$d_s$	Ø10		Ø12		Ø14		Ø16		Ø20		Ø25		Distance d'ancres $L_s$ [mm]
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
Hauteur d'ancres $h_s$ [mm]	Longueur d'élément		Longueur d'élément		Longueur d'élément		Longueur d'élément		Longueur d'élément		Longueur d'élément		
105													80
115													80
125													100
135													100
145			200	300									100
155			220	330									110
165			240	360									120
175			240	360									120
180			250	350									125
185			280	420			280	420					140
190			300	450									150
195			280	420			280	420					140
205	280		280	420			280	420					140
215			300	450			300	450	300	450			150
225			320	480			320	480	320	480			160
235			340	510			340	510	340	510	340	510	170
245			360	540			360	540	360	540	360	540	180
255							360	540	360	540	360	540	180
265							380	580	380	580	380	580	200
275							400	600	400	600	400	600	200
285							420	630	420	630	420	630	210
295							440	660	440	660	440	660	220
305													
315													
325													
335													
345													
350													
355													
365													
375													
395													
405													
425													
435													
455													

## Dimensions d'accessoires d'installation

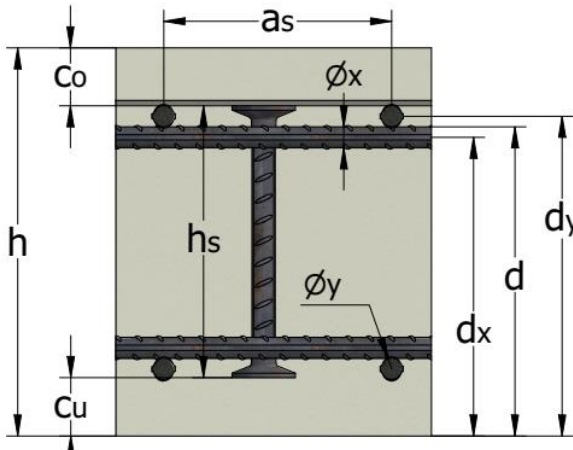
Pour une installation en bas, nous recommandons l'espaceur en plastique.



Type d'espaceur	Référence d'article	Dimension du recouvrement en béton $c_u$ [mm]
TPS 20	65598	20
TPS 25	65599	25
TPS 30	65600	30
TPS 35	65601	35

## EXEMPLE DE CALCUL

### COLONNE INTERNE

	Dimensions de colonne	$c_x = 350\text{ mm}$
		$c_y = 350\text{ mm}$
	Qualité de béton	C 30/37
	Hauteur de dalle	$h = 300\text{ mm}$
	Dimension du recouvrement en béton	$c_o = 30\text{ mm}$
	Bas du recouvrement en béton	$c_u = 25\text{ mm}$
	Diamètre du renfort de courbure	$\phi_x = 16\text{ mm}$
		$\phi_y = 16\text{ mm}$
	Dimension $a_{s,x}$ et $a_{s,y}$	$a_{s,x} = 120\text{ mm}$
		$a_{s,y} = 120\text{ mm}$
Charge appliquée	$V_{Ed} = 950\text{ kN}$	

### Profondeur effective et rapport du renfort de courbure

1) Profondeur effective

$$d_y = h - c_o - \phi_y/2 = 262\text{ mm}$$

$$d_x = h - c_o - \phi_y - \phi_y/2 = 246\text{ mm}$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2} = 254\text{ mm}$$

## 2) Rapport de renfort de courbure

- Zone d'une barre de renfort dans la direction x :

$$A_{s,x} = \frac{\pi \phi_x^2}{4} = 201,062 \text{ mm}^2$$

- Zone d'une barre de renfort dans la direction y :

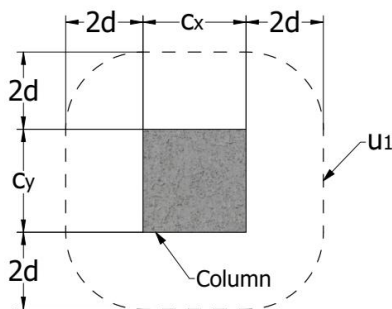
$$A_{s,y} = \frac{\pi \phi_y^2}{4} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\rho_x = \frac{A_{s,x}}{a_{s,x} \cdot d_x} \cdot 100 = 0,68 \%$$

$$\rho_y = \frac{A_{s,y}}{a_{s,y} \cdot d_y} \cdot 100 = 0,64 \%$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = 0,66\%$$

### Périmètre de contrôle de base ( $u_1$ ) et périmètre de colonne ( $u_0$ )



$$u_1 = 2\pi \cdot 2 \cdot d + 2 \cdot c_x + 2 \cdot c_y = 4591,85 \text{ mm}$$

$$u_0 = 2 \cdot (c_x + c_y) = 1400 \text{ mm}$$

Coefficient d'accroissement de charge  $\beta = 1,15$  pour colonne interne.

### Résistance au poinçonnement par cisaillement de dalles sans armature de renfort contre le cisaillement

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ – sans force de précontrainte}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,89 \leq 2,0$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = 0,12 \cdot 1,89 \cdot (100 - 0,0066 \cdot 30)^{1/3} = 0,613 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,89^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,498 \text{ MPa}$$

**Contrainte de cisaillement calculée le long du périmètre critique :**

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d} = 1,15 \frac{950000}{4591,85 \cdot 254} = 0,937 \text{ MPa}$$

**Résistance maximale de dalle avec armature de renfort contre le poinçonnement :**

$$v_{Rd,max} = 0,5v_{fd} = 0,5 - 0,528 \cdot 20 = 5,28 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

**Capacité de support de charge de la dalle :**

$$v_{Rd,c} < v_{Ed} < v_{Rd,max}$$

$$0,613 < 0,937 < 5,28$$

Une armature de renfort contre le cisaillement TSR peut être utilisée.

Si  $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$ , aucune armature de renfort TSR n'est nécessaire.

Si  $v_{Ed} > v_{Rd,max}$ , la résistance maximale de la dalle est dépassée.

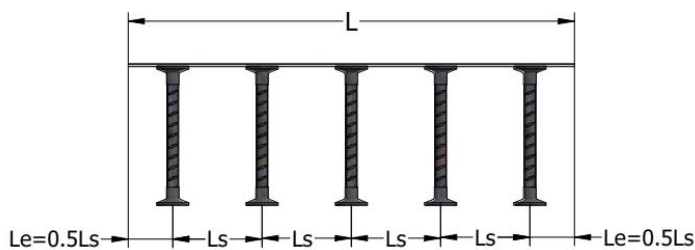
**La dimension du goujon TSR est :**

$$h_s = h - c_u - c_0 = 300 - 25 - 30 = 245 \text{ mm}$$

Espacement entre éléments TSR :

$$L_{s1} = 180 \text{ mm} \quad L_{s1}/d = 0,709 < 0,75$$

$$L_e = 90 \text{ mm} \quad L_e/d = 0,354 < 0,5; < 0,35$$



**Nombre de goujons et longueur des éléments de renfort :**

$$u_{out,req} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c,out} d} = \frac{1,15 \cdot 950000}{0,613 \cdot 254} = 7016,6 \text{ mm}$$

Longueur requise du périmètre extérieur :

$$l_{s,req} = \frac{u_{out,req} - 2 \cdot (c_x + c_y)}{\pi \cdot 2} - 1,5 \cdot d = \frac{7016,6 - 2 \cdot (350 + 350)}{\pi \cdot 2} - 1,5 \cdot 254 = 513 \text{ mm}$$

Nombre minimal de renforts TSR dans un élément :

$$n_{req} = \frac{l_{s,req} - L_e}{L_s} + 1 = \frac{513 - 90}{180} + 1 = 3,35 \rightarrow n_{prov} = 4$$

Longueur fournie d'un élément

$$l_{s,prov} = L_e + (n_{prov} - 1) \cdot L_s = 90 + (4 - 1) \cdot 180 = 630 \text{ mm.}$$

Périmètre de contrôle fourni :

$$u_{out,prov} = 2 \cdot \pi \cdot (l_{s,prov} + 1,5 \cdot d) + 2 \cdot c_x + 2 \cdot c_y = 2 \cdot \pi \cdot (630 + 1,5 \cdot 254) + 2 \cdot 350 + 2 \cdot 350 = 7752,3 \text{ mm}$$

Contrôle de périmètre de contrôle externe

$$u_{out,req} \leq u_{out,prov} \rightarrow 7016,6 \leq 7752,3$$

$$l_{s,req} \leq l_{s,prov} \rightarrow 513 \leq 630$$

**Résistance de la dalle dans le périmètre extérieur.**

$$v_{Ed,out} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_{out,prov} d} = 1,15 \frac{950000}{7752,3 \cdot 254} = 0,554 \text{ MPa}$$

Contrôle :

$$v_{Rd,c} \geq v_{Ed,out}$$

$$0,613 \geq 0,554$$

**Nombre d'éléments de renfort**

Condition de résistance :

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq m_{c,req} \cdot n_c \cdot \frac{F_k}{\gamma_s \cdot \eta} \rightarrow m_{c,req} \geq \frac{\beta \cdot V_{Ed} \cdot \gamma_s \cdot \eta}{n_c \cdot F_k}$$

Où :

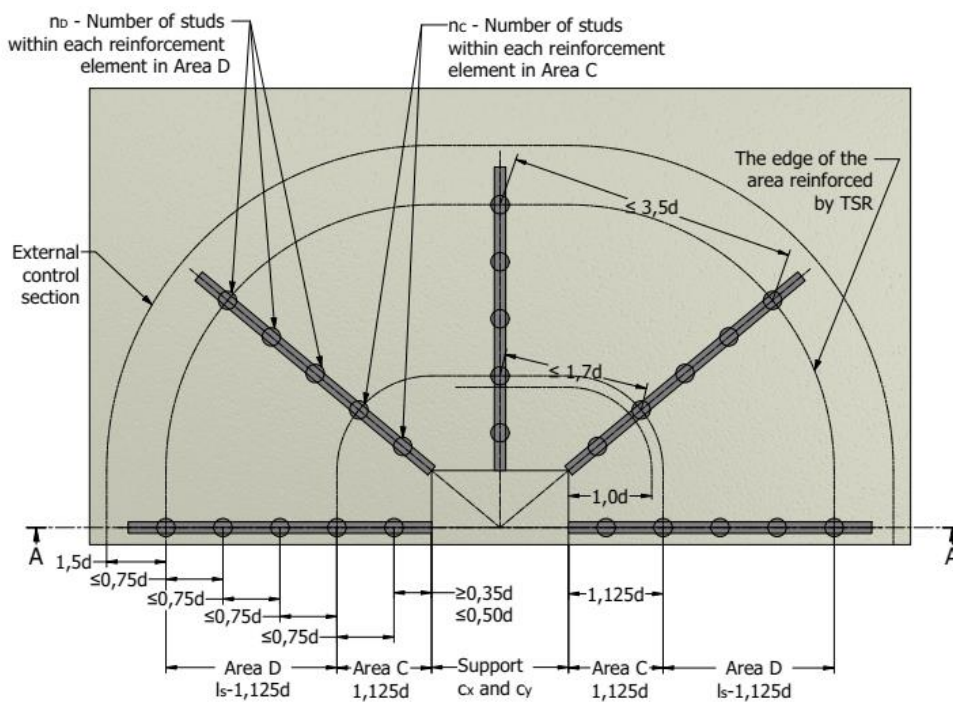
$F_k$  – valeur caractéristique de la résistance de traction du goujon

$m_c$  – nombre d'éléments (rangées) dans la zone C

$n_c$  – nombre de goujons ou d'éléments (rangées) dans la zone C,  $n_c = 2$

$\gamma_s$  – coefficient de sécurité partielle pour l'acier ( $\gamma_s = 1,15$ )

$\eta$  – facteur pour prendre en compte la profondeur effective,  $\eta = 1,0$  for  $d \leq 200 \text{ mm}$ ;  $\eta = 1,6$  for  $d \geq 800 \text{ mm}$ ; pour les autres valeurs, utilisez l'interpolation linéaire.



$m_C$  - Number of reinforcement elements in Area C  
 $m_D$  - Number of reinforcement elements in Area D

Diamètre des goujons	10	12	14	16	20	25
$F_k$ [kN]	39,5	56,5	77,0	100,5	157,0	245,5
$m_{c,req}$	20	14	10	8	5	3
$m_{c,spac}$	8	8	8	8	8	8
$m_{c,prov} = \max\{m_{c,req}; m_{c,spac}\}$	20	14	10	8	8	8
$V_{Rd,s}$ [kN]	1081,8	1083,2	1054,4	1101	1719,9	2689,5
$\beta \cdot V_{Ed}$ [kN]	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5

Résistance totale du TSR :

$$V_{Rd,si} = m_{c,prov} \cdot n_c \cdot \frac{F_k}{\gamma_s \cdot \eta}$$

Contrôle :

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,si}$$

**TSR – 16/245-2/360 (90/180/90) + TSR-16/245-2/360 (90/180/90)**

Ou

**TSR-16/245-4/720 (90/3\*180/90)**



## CONTACT



TERWA est le fournisseur mondial de solutions pour la construction et les éléments en béton préfabriqué et possède de nombreuses filiales dans le monde entier. Avec l'aide de notre personnel, de nos partenaires et agents, nous sommes heureux de fournir aux entreprises des secteurs de la construction et du béton préfabriqué qui travaillent dans l'industrie du bâtiment un service et une assistance complets.

### TERWA CONSTRUCTION GROUP

**Terwa Construction Pays-Bas (Siège)**  
**Vente et distribution internationales**  
Kamerlingh Onneslaan 1-3  
3401 MZ IJsselstein  
Pays-Bas  
**Tél** +31-(0)30 699 13 29  
**Fax** +31-(0)30 220 10 77  
**E-mail** [info@terwa.com](mailto:info@terwa.com)

**Terwa Construction Europe centrale et orientale**  
**Vente et distribution**  
Strada Sânzieni  
507075 Ghimbav  
Roumanie  
**Tél** +40 372 611 576  
**E-mail** [info@terwa.com](mailto:info@terwa.com)

**Terwa Construction Pologne**  
**Vente et distribution**  
Ul. Cicha 5 lok. 4  
00-353 Varsovie  
Pologne  
**E-mail** [info@terwa.com](mailto:info@terwa.com)

**Terwa Construction Inde et Moyen-Orient**  
**Vente et distribution**  
Inde  
**Tél** +91 89 687 000 41  
**E-mail** [info@terwa.com](mailto:info@terwa.com)

**Terwa Construction Chine**  
**Vente et distribution**  
B05, 5F, No. 107, 2nd of the South  
Zhongshan Road  
200032 Shanghai  
Chine  
**E-mail** [info@terwa.com](mailto:info@terwa.com)

**TOUTES LES SPÉCIFICATIONS PEUVENT ÊTRE MODIFIÉES SANS PRÉAVIS.**

### CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Terwa B.V. ne peut pas être tenu pour responsable des divergences dues à l'usure des produits livrés. Terwa B.V. décline également toute responsabilité pour les dommages dus à une manipulation et à un usage inappropriés et/ou incorrects des produits livrés et/ou à une utilisation de ceux-ci autre que celle pour laquelle ils sont destinés. La responsabilité de Terwa B.V. est en outre limitée conformément à l'article 13 des conditions de la « Metaalunie » auxquelles toutes les livraisons de Terwa B.V. sont soumises. L'utilisateur est seul responsable du respect de l'ensemble des lois relatives aux droits d'auteur applicables. Sans préjudice des lois relatives aux droits d'auteur, aucun élément de cette documentation ne peut être reproduit, enregistré ou introduit dans un système d'extraction ni transmis sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit (électronique, mécanique, photocopie, enregistrement ou autre) ou à toute fin sans l'autorisation écrite expresse de Terwa B.V.