

## DESCRIPTION

Le boulon à coquille d'expansion SZ pour charge lourde est un boulon d'ancrage mécanique avec une coquille d'expansion contrôlée qui fait preuve d'une traction exceptionnellement élevée et d'une excellente résistance au cisaillement. Disponibles en acier au carbone galvanisé de classe 8.8 et en acier inoxydable de type 316, les boulons d'ancrage pour charges lourdes sont parfaits pour les applications nécessitant un degré élevé de sécurité et de fiabilité

## CARACTÉRISTIQUES

- Boulons d'ancrage de type ACI 318 catégorie I pour béton fissuré ou non fissuré
- Fixation supérieure pour charges dynamiques et statiques
- Expansion par couple contrôlé
- Excellente résistance au cisaillement
- Manchon d'extension à quatre fentes pour assurer un excellent transfert de la charge
- Fixation traversante
- Collier repliable procurant une excellente force de tirage vers le bas

## APPLICATIONS TYPIQUES

- Construction de routes et de ponts
- Ancrage antisismique
- Installation de machinerie lourde et de robots
- Colonnes et charpentes structurelles en acier
- Applications de chargement par vibrations
- Restauration de structures de stationnement

## LIMITATIONS

- N'est pas recommandé pour le béton frais (moins de 7 jours), le béton léger, les blocs de maçonnerie ou les briques.
- Plage de résistance en compression du béton : 17,2 à 58,6 MPa (2 500 à 8 500 PSI)

## LISTING AND APPROVALS



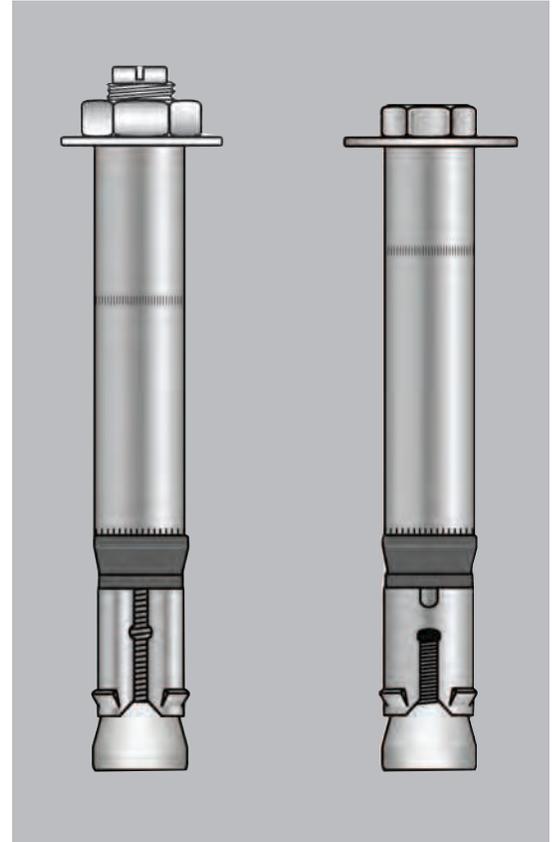
## COMPLIANCE WITH THE FOLLOWING CODES

- 2012, 2009, 2006 International Building Code® (IBC)
- 2012, 2009, 2006 International Residential Code® (IRC)

## LEED® COMPLIANCE



MRc4 - 25 % de matériaux composés de contenu Recyclé



**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES MATÉRIAUX**

Composant d'ancrage	Norme du matériau	Propriétés mécaniques	
		F <sub>u</sub>	F <sub>y</sub>
Boulon hex-tête en acier au carbone	Class 8.8; EN ISO 891-1	800 MPa (116 ksi)	640 MPa (93 ksi)
Goujon fileté en acier au carbone	Class 8.8; EN ISO 891-1	800 MPa (116 ksi)	640 MPa (93 ksi)
Collier repliable	-	Polyéthylène	
Corrosion protection	DIN ISO 4042	≤5µm, zinc plated	
Boulon hexagonal, en acier inoxydable (A4), manchon conique d'écartement et d'expansion, rondelle (EN 10088)	Class 70; EN10088 1.4401/ 1.4404 / 1.4571	700 MPa (101.5 ksi)	450 MPa (65.3 ksi)
Stainless steel hex nut (A4)	Class 70; ISO 3506		

**CHOIX DE DISPOSITIFS D'ANCRAGE <sup>1,2</sup>**

Numéro de pièce		Boulon/ goujon diamètre mm	Foret/ ancrage diamètre mm	D'ancrage Longueur		Épaisseur maximale de la fixation mm	Quantité par boîte
LHL	BHL			LHL/LHS	BHL/BHS		
				mm	mm		
<b>ACIER AU CARBONE</b>							
LHL630	BHL630	6	10	95	97	30	50
LHL650	BHL650			115	117	50	50
LHL830	BHL830	8	12	105	110	30	50
LHL850	BHL850			125	130	50	25
LHL1025	BHL1025	10	15	116	121	25	25
LHL1045	BHL1045			136	141	45	25
LHL1220	BHL1220	12	18	127	132	20	20
LHL1240	BHL1240			147	152	40	25
LHL1620	BHL1620	16	24	150	157	20	10
LHL1650	BHL1650			180	187	50	10
LHL2030	BHL2030	20	28	192	201	30	5
LHL2060	BHL2060			222	231	60	5
<b>ACIER INOXYDABLE</b>							
LHS830	BHS830	8	10	105	109	30	50
LHS850	BHS850			125	129	50	25
LHS1025	BHS1025	10	15	116	120	25	25
LHS1045	BHS1045			136	140	45	25
LHS1220	BHS1220	12	18	128	131	20	20
LHS1240	BHS1240			148	151	40	25
LHS1620	BHS1620	16	24	150	157	20	10
LHS1650	BHS1650			180	187	50	10

<sup>1</sup>Les tailles en acier inoxydable sont en stock limité ou sur commande spéciale

<sup>2</sup>Des boulons d'ancrage de type à tête fraisée d'autres longueurs et tailles, ainsi que des dispositifs sur mesure sont disponibles par commande spéciale.

**DONNÉES TECHNIQUES (CALCUL AUX ÉTATS LIMITES / CONCEPTION DE RÉSISTANCE) DANS  
BÉTON FISSURÉ ET NON FISSURÉ**

**INSTALLATION DES BOULONS D'ANCRAGE**

**TABLEAU IA – RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'INSTALLATION DE BOULONS SZ EN ACIER AU CARBONE<sup>1</sup>**

Spécifications pour l'installation	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons d'ancrage				
			M8	M10	M12	M16	M20
Diamètre nominal des boulons d'ancrage	$d_a$ ( $d_o$ ) <sup>5</sup>	in. (mm)	0.45 (11.5)	0.57 (14.5)	0.69 (17.5)	0.93 (23.5)	1.08 (27.5)
Diamètre du foret	$d_{bit}$	(mm)	12	15	18	24	28
Profondeur minimale du trou	$h_0$	in. (mm)	3.15 (80)	3.74 (95)	4.13 (105)	5.12 (130)	6.3 (160)
Dia. minimal du trou de passage sur la plaque de base <sup>2</sup>	$d_c$	in. (mm)	0.55 (14)	0.67 (17)	0.79 (20)	1.20 (26)	1.22 (31)
Couple de serrage d'installation (acier au carbone)	$T_{inst}$	ft-lbf (N-m)	22.1 (30)	36.8 (50)	59 (80)	118 (160)	207 (280)
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	in. (mm)	2.72 (69)	3.25 (82.5)	3.72 (94.5)	4.65 (118)	5.83 (148)
Profondeur d'encastrement effective	$h_{ef}$	in. (mm)	2.4 (60)	2.8 (70)	3.1 (80)	3.94 (100)	4.92 (125)
Distance minimale du bord	$C_{min1}$	in. (mm)	2.4 (60)	2.8 (70)	3.5 (90)	4.7 (120)	7.1 (180)
Espacement minimal <sup>3</sup>	$S_{min1}$	in. (mm)	4.9 (125)	6.9 (175)	7.9 (200)	12.6 (320)	21.3 (540)
Distance minimale du bord	$C_{min2}$	in. (mm)	3.9 (100)	5.1 (130)	6.3 (160)	7.1 (180)	11.8 (300)
Espacement minimal <sup>4</sup>	$S_{min2}$	in. (mm)	2.4 (60)	2.8 (70)	3.1 (80)	3.9 (100)	4.9 (125)
Épaisseur minimale du béton	$h_{min}$	in. (mm)	4.7 (120)	5.5 (140)	6.3 (160)	7.9 (200)	9.8 (250)

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf-pi = 1,356 N-m.

<sup>1</sup> Les renseignements présentés dans ce tableau doivent être utilisés en conjonction avec les exigences de conception décrites dans l'annexe D de la norme ACI 318 ou dans l'annexe D de la norme CSA A23.3-14.

<sup>2</sup> La distance de passage doit se conformer aux exigences des codes en vigueur pour l'élément raccordé.

<sup>3</sup>  $S_{min1}$  s'applique lorsque  $C_{min1}$  est fournie.

<sup>4</sup>  $S_{min2}$  s'applique lorsque  $C_{min2}$  est fournie.

<sup>5</sup> La mention entre parenthèses correspond au 2006 IBC

**TABLEAU IB – RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'INSTALLATION DE BOULONS SZ EN ACIER INOXYDABLE<sup>1</sup>**

Spécifications pour l'installation	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons d'ancrage			
			M8	M10	M12	M16
Diamètre extérieur des boulons d'ancrage	$d_a$ ( $d_o$ )	in. (mm)	0.45 (11.5)	0.57 (14.5)	0.69 (17.5)	0.93 (23.5)
Diamètre du foret	$d_{bit}$	(mm)	12	15	18	24
Profondeur minimale du trou	$h_0$	in. (mm)	3.15 (80)	3.74 (95)	4.13 (105)	5.12 (130)
Dia. minimal du trou de passage sur la plaque de base <sup>2</sup>	$d_c$	in. (mm)	0.55 (14)	0.67 (17)	0.79 (20)	1.20 (26)
Couple de serrage d'installation (acier inoxydable)	$T_{inst}$	LHS	22.1 (30)	36.8 (50)	59 (80)	125 (170)
		BHS	25.8 (35)	40.5 (55)	66.3 (90)	125 (170)
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	in. (mm)	2.72 (69)	3.25 (82.5)	3.72 (94.5)	4.67 (118.5)
Profondeur d'encastrement effective	$h_{ef}$	in. (mm)	2.4 (60)	2.8 (70)	3.1 (80)	3.9 (100)
Distance minimale du bord	$C_{min1}$	in. (mm)	2.9 (75)	3.3 (85)	3.9 (100)	7.1 (180)
Espacement minimal <sup>3</sup>	$S_{min1}$	in. (mm)	5.3 (135)	7.2 (185)	8.3 (210)	7.1 (180)
Distance minimale du bord	$C_{min2}$	in. (mm)	3.9 (100)	5.5 (140)	6.7 (170)	7.1 (180)
Espacement minimal <sup>4</sup>	$S_{min2}$	in. (mm)	2.8 (70)	3.3 (85)	3.9 (100)	7.1 (180)
Épaisseur minimale du béton	$h_{min}$	in. (mm)	4.7 (120)	5.5 (140)	6.3 (160)	7.8 (200)

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf-pi = 1,356 N-m.

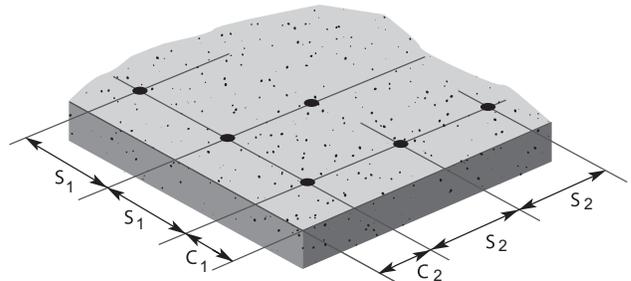
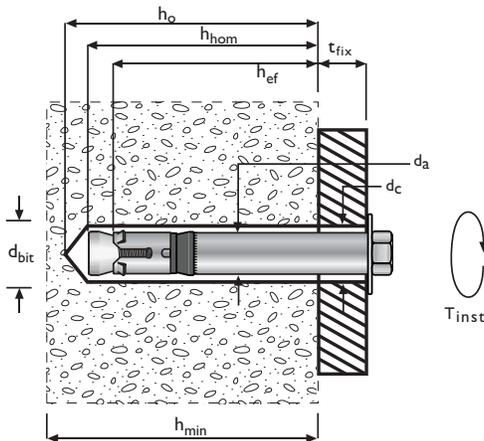
<sup>1</sup> Les renseignements présentés dans ce tableau doivent être utilisés en conjonction avec les exigences de conception décrites dans l'annexe D de la norme ACI 318 ou dans l'annexe D de la norme CSA A23.3-14.

<sup>2</sup> La distance de passage doit se conformer aux exigences des codes en vigueur pour l'élément raccordé.

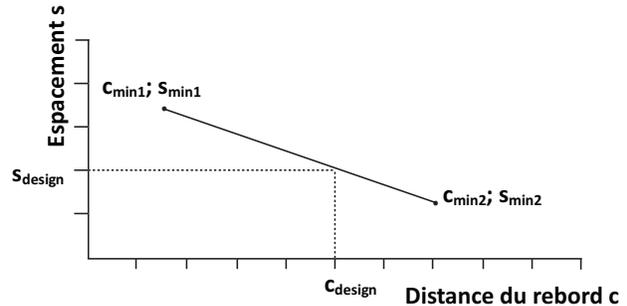
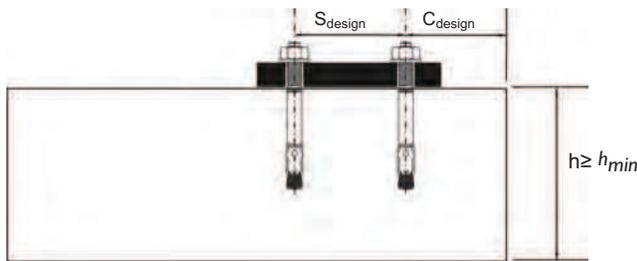
<sup>3</sup>  $S_{min1}$  s'applique lorsque  $C_{min1}$  est fournie.

<sup>4</sup>  $S_{min2}$  s'applique lorsque  $C_{min2}$  est fournie.

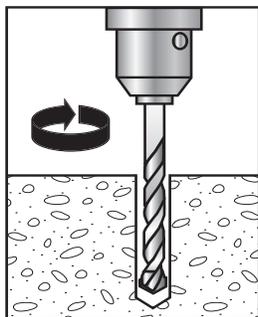
**DÉTAILS D'INSTALLATION**



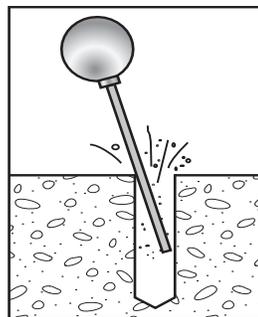
**EXEMPLE D'INTERPOLATION ADMISSIBLE DE LA DISTANCE MINIMALE DU BORD ET DE L'ESPACEMENT MINIMAL**



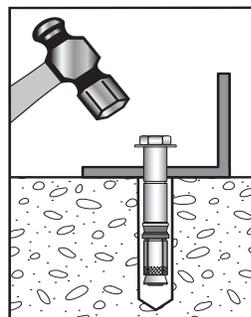
**INSTRUCTIONS D'INSTALLATION**



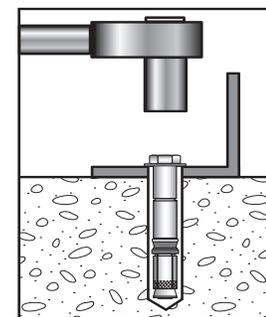
1) Sélectionnez un foret de métrique de diamètre approprié, puis percez un trou à la profondeur de trou minimale requise ou plus profond.



2) Retirez les débris de perçage avec une poire de soufflage, de l'air comprimé ou un aspirateur



3) Faites passer le boulon d'ancrage à travers la pièce à fixer, puis tapez sur sa tête à l'aide d'un marteau pour le faire pénétrer dans le trou que vous venez de percer, jusqu'à ce que la rondelle soit en contact avec la pièce à fixer. N'étendez pas la coquille du boulon à la main avant l'installation..



4) Serrez le boulon d'ancrage au couple spécifié, à l'aide d'une clé dynamométrique.

**TABLEAU 2A – DONNÉES DE CONCEPTION TECHNIQUE DE LA RÉSISTANCE À LA TRACTION DES BOULONS SZ EN ACIER AU CARBONE<sup>1</sup>**

Caractéristique	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons				
			M8	M10	M12	M16	M20
Catégorie d'ancrage	1,2 or 3	-	3	1	1	1	1
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	po. (mm)	2.76 (70)	3.31 (84)	3.74 (95)	4.65 (118)	5.83 (148)

**Résistance de l'acier en Traction (ACI 318 D.5.1)**

Limite d'élasticité spécifiée	$f_{ya}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	92,888 640	92,888 640	92,888 640	92,888 640	92,888 640
Résistance à la traction spécifiée	$f_{uta}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	116,110 800	116,110 800	116,110 800	116,110 800	116,110 800
Zone de contrainte à la traction efficace	$A_{se}$	po <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	0.06 (36.6)	0.09 (58)	0.13 (84.3)	0.24 (156.7)	0.38 (244.8)
Résistance à la traction de l'acier	$N_{sa}$	lbf (kN)	6,580 29.3	10,427 46.4	15,155 67.4	28,171 125.4	44,009 195.8
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>2,9</sup>	$\Phi_{sa}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

**Résistance à la rupture par arrachement du béton en Traction (ACI 318 D.5.2)**

Profondeur d'encastrement effective	$h_{ef}$	po. (mm)	2.4 (60)	2.8 (71)	3.1 (80)	3.94 (100)	4.92 (125)
Distance critique du bord	$C_{ac}$	po. (mm)	5.2 (132)	7.0 (178)	6.3 (160)	9.1 (230)	11.3 (288)
Facteur d'efficacité - Béton non fissuré	$k_{uncr}$	-	24 (10)	24 (10)	24 (10)	27 (11.3)	27 (11.3)
Facteur d'efficacité - Béton fissuré	$k_{cr}$	-	17 (7.1)	17 (7.1)	21 (8.8)	21 (8.8)	21 (8.8)
Facteur de modification <sup>8,9</sup>	$\Psi_{c,N}$	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Facteur de sensibilité à l'entaille-Rupt. à l'arrachement du béton <sup>3,9</sup>	$\Phi_{cb}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

**Pull-Out Strength in Tension (ACI 318 D.5.3)**

Résistance à l'arrachement - béton fissuré ( $f'_c=2\ 500\ \text{psi}$ ) <sup>5</sup>	$N_{pn,cr}$	lbf (kN)	2,911 (12.9)	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>
Résistance à l'arrachement - béton non fissuré ( $f'_c=2\ 500\ \text{psi}$ ) <sup>5</sup>	$N_{pn,uncr}$	lbf (kN)	3,887 (17.3)	4,734 (21.1)	6,149 (27.4)	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture à l'arrachement <sup>6,9</sup>	$\Phi_p$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

**Résistance à la rupture en traction dans des applications en zones sismiques (ACI 318 D.3.3.3)**

Résistance à la traction d'un boulon d'ancrage unique à des charges sismiques ( $f'_c=2\ 500\ \text{psi}$ )	$N_{np,eq}$	lbf (kN)	S.O. <sup>4</sup>				
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture à l'arrachement <sup>6,8</sup>	$\Phi_{eq}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Rigidité axiale sous une gamme de charge de service, béton fissuré <sup>7</sup>	$\beta_{cr}$	lb/po (kN/mm)	145,923 25.6	229,946 40.3	143,155 25.1	57,102 10	142,754 25
Rigidité axiale sous une gamme de charges de service, béton non fissuré	$\beta_{uncr}$	lb/po (kN/mm)	386,670 67.7	455,987 80.0	483,412 84.7	114,203 20	485,364 85

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf = 0,00445 kN, 1 lb/po = 0,175 N/mm, 1 psi = 0,00689 N/mm<sup>2</sup>, 1 po<sup>2</sup> = 645 mm<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Les renseignements présentés dans ce tableau doivent être utilisés en conjonction avec les exigences de conception décrites dans l'annexe D de la norme ACI 318 ou dans l'annexe D de la norme CSA A23.314.

<sup>2</sup> La valeur de  $\Phi$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5). Les boulons d'ancrage de diamètre M16 et M20 sont des éléments en acier cassant, selon la section D.1 de la norme ACI 318.

<sup>3</sup> La valeur de  $\Phi_{cb}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que les exigences de la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) sont satisfaites. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi_{cb}$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si les combinaisons de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 sont utilisées, la valeur appropriée de  $\Phi_{cb}$  doit être déterminée en se conformant à la norme ACI 318 D.4.4. (ACI 318-11 D.4.4, ACI 318-08 et -05 D.4.5)

<sup>4</sup> Comme décrit dans la section 4.1.3 de la norme ESR-3304, S.O. (sans objet) indique que la résistance à l'arrachement n'est pas critique et n'a pas besoin d'être prise en compte.

<sup>5</sup> Pour tous les cas de conception  $\Psi_{c,N} = 1,0$ . Le facteur d'efficacité approprié pour du béton fissuré ( $K_{cr}$ ) ou du béton non fissuré ( $K_{uncr}$ ) doit être utilisé

<sup>6</sup> La valeur de  $\Phi_p$  ou  $\Phi_{eq}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que les exigences de la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) sont satisfaites. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la force d'arrachement est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) for Condition A sont permis. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).

<sup>7</sup> Valeur minimum de la rigidité axiale. La rigidité réelle peut varier en fonction de la résistance du béton, de la charge et de la géométrie de l'application

<sup>8</sup> Pour tous les cas de conception  $\Psi_{c,N} = 1,0$ . Le facteur d'efficacité approprié pour du béton fissuré ( $K_{cr}$ ) ou du béton non fissuré ( $K_{uncr}$ ) doit être utilisé.

<sup>9</sup> Pour le calcul aux états limites, conformément à l'annexe D de la norme CSA A23.3-14, les facteurs de résistance du matériau ( $\Phi$ ) et le facteur de modification de la résistance (R) indiqués dans le tableau 4 doivent être utilisés

**TABLEAU 2B – DONNÉES DE CONCEPTION TECHNIQUE DE LA RÉSISTANCE À LA TRACTION DES BOULONS SZ EN ACIER INOXYDABLE<sup>1</sup>**

Caractéristique	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons				
			M8	M10	M12	M16	
Catégorie d'ancrage	1,2 or 3	-	1	1	1	1	
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	po (mm)	2.72 (69)	3.25 (82.5)	3.72 (94.5)	4.67 (118.5)	
<b>Résistance de l'acier en traction (ACI 318 D.5.1)</b>							
Limite d'élasticité spécifiée	$f_{ya}$	LHS	psi (N/mm <sup>2</sup> )	65,312 (450)	65,312 (450)	65,312 (450)	65,312 (450)
		BHS		81,277 (560)	81,277 (560)	81,277 (560)	81,277 (560)
Résistance à la traction spécifiée	$f_{uta}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	101,600 (700)	101,600 (700)	101,600 (700)	101,600 (700)	
Zone de contrainte à la traction efficace	$A_{se}$	in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	0.06 (36.6)	0.09 (58)	0.13 (84.3)	0.24 (157)	
Résistance à la traction de l'acier	$N_{sa}$	lbf (kN)	5,845 (26)	9,217 (41)	13,263 (59)	24,429 (110)	
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>2,9</sup>	$\Phi_{sa}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	
<b>Résistance à la rupture par arrachement du béton en traction (ACI 318 D.5.2)</b>							
Profondeur d'encastrement effective	$h_{ef}$	po (mm)	2.4 (60)	2.8 (71)	3.1 (80)	3.94 (100)	
Distance critique du bord	$C_{ac}$	po (mm)	7.1 (180)	9.3 (235)	10.4 (265)	13.0 (330)	
Facteur d'efficacité - Béton non fissuré	$k_{unscr}$	-	24 (10)	24 (10)	24 (10)	27 (11.3)	
Facteur d'efficacité - Béton fissuré	$k_{cr}$	-	17 (7.1)	17 (7.1)	17 (7.1)	24 (10)	
Facteur de modification pour le béton non fissuré <sup>8,9</sup>	$\Psi_{c,N}$	-	1.0	1.0	1.0	1.0	
Fact. de sensibilité à l'entaille - Rupture à l'arrach. du béton <sup>3,9</sup>	$\Phi_{cb}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	
<b>Résistance à l'arrachement en traction (ACI 318 D.5.3)</b>							
Résistance à l'arrachement - béton fissuré ( $f'_c=2,500$ psi) <sup>5</sup>	$N_{pn,cr}$	lbf (kN)	2,700 (12)	3,600 (16)	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>	
Résistance à l'arrachement - béton non fissuré ( $f'_c=2,500$ psi) <sup>5</sup>	$N_{pn,unscr}$	lbf (kN)	3,600 (16)	5,600 (25)	S.O. <sup>4</sup>	S.O. <sup>4</sup>	
Facteur de sensibilité à l'entaille – Rupture à l'arrachement <sup>6,9</sup>	$\Phi_p$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	
<b>Résistance à la rupture en traction dans des applications en zones sismiques (ACI 318 D.3.3.3)</b>							
Résistance à la traction d'un boulon d'ancrage unique à des charges sismiques ( $f'_c=2,500$ psi) <sup>5</sup>	$N_{np,eq}$	lbf (kN)	2,700 (12)	3,600 (16)	5,685 (25.3)	S.O. <sup>4</sup>	
Facteur de sensibilité à l'entaille – Rupture à l'arrachement <sup>6,9</sup>	$\Phi_{eq}$	-	0.65	0.65	0.65	0.65	
Rigidité axiale sous une gamme de charges de serv. béton fissuré <sup>7</sup>	$\beta_{cr}$	lb/in. (kN/mm)	74,200 (13)	62,800 (11)	85,600 (15)	103,000 (18)	
Rigidité axiale .....béton non fissuré <sup>7</sup>	$\beta_{unscr}$	lb/in. (kN/mm)	285,000 (50)	211,00 (37)	114,000 (20)	365,000 (64)	

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf = 0,00445 kN, 1 lb/po = 0,175 N/mm, 1 psi = 6,89 Pa, 1 po<sup>2</sup> = 645 mm<sup>2</sup>, 1 lb/po = 0,175 Nmm

- <sup>1</sup> Les renseignements présentés dans ce tableau doivent être utilisés en conjonction avec les exigences de conception décrites dans l'annexe D de la norme ACI 318 ou dans l'annexe D de la norme CSA A23.314
- <sup>2</sup> La valeur de  $\Phi$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.3. (ACI 318-08 et -05 D.4.4). Les boulons d'ancrage de diamètre M16 et M20 sont des éléments en acier cassant, selon la section D.1 de la norme ACI 318.
- <sup>3</sup> La valeur de  $\Phi_{cb}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) sont satisfaites. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi_{cb}$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{cb}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).
- <sup>4</sup> Comme décrit dans la section 4.1.3 de la norme ESR-3304, S.O. (sans objet) indique que la résistance à l'arrachement n'est pas critique et n'a pas besoin d'être prise en compte.
- <sup>5</sup> La caractéristique de résistance à l'arrachement pour des bétons à résistance en compression plus élevée peut être augmentée en multipliant la valeur indiquée dans le tableau par ( $f'_c/2\,500$ )<sup>0.5</sup> conformément à la section 4.1.3 de ce rapport.
- <sup>6</sup> La valeur de  $\Phi_p$  ou  $\Phi_{eq}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la force d'arrachement est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).
- <sup>7</sup> Valeur minimum de la rigidité axiale. La rigidité réelle peut varier en fonction de la résistance du béton, de la charge et de la géométrie de l'application.
- <sup>8</sup> Pour tous les cas de conception  $\Psi_{c,N} = 1.0$ . Le facteur d'efficacité approprié pour du béton fissuré ( $K_{cr}$ ) ou du béton non fissuré ( $K_{unscr}$ ) doit être utilisé.
- <sup>9</sup> Pour le calcul aux états limites, conformément à l'annexe D de la norme CSA A23.3-14, les facteurs de résistance du matériau ( $\Phi$ ) et le facteur de modification de la résistance ( $R$ ) indiqués dans le tableau 4 doivent être utilisés.

**TABLEAU 3A – DONNÉES DE CONCEPTION TECHNIQUE DE CISAILLEMENT DES BOULONS SZ EN ACIER AU CARBONE**

Caractéristique	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons									
			M8		M10		M12		M16		M20	
Type d'ancrage			BHL	LHL	BHL	LHL	BHL	LHL	BHL	LHL	BHL	LHL
Catégorie d'ancrage	1,2 or 3	-	3		1		1		1		1	
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	po(mm)	2.76 (70)		3.31 (84)		3.74 (95)		4.65 (118)		5.83 (148)	
<b>Résistance de l'acier en cisaillement (ACI 318 D.6.1)</b>												
Résistance au cisaillement de l'acier	$V_{sa}$	lb (kN)	5,475 (24.3)		8,793 (39.1)		13,037 (58.0)		19,100 (85)	21,600 (96)	22,400 (100)	27,600 (123)
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>2,5</sup>	$\Phi_{sa}$	-	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
<b>Résistance à la rupture par arrachement du béton en cisaillement (ACI 318 D.6.2)</b>												
Diamètre extérieur des boulons d'ancrage	$d_a (d_{nom})$	po (mm)	0.45 (11,5)		0.57 (14.5)		0.69 (17.5)		0.93 (23.5)		1.08 (27.5)	
Longueur portante des boulons d'ancrage en cisaillement	$l_e$	po (mm)	0.91 (23)		1.14 (29)		1.38 (35)		1.85 (47)		2.17 (55)	
Facteur de sensibilité à l'entaille-Rupture à l'arrachement du béton <sup>3,5</sup>	$\Phi_{cb}$	-	0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
<b>Résistance à la rupture du béton par effet de levier en cisaillement (ACI 318 D.6.3)</b>												
Coefficient de résistance à la rupture par effet de levier	$k_{cp}$	-	1		2		2		2		2	
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture par effet de l'acier <sup>4,5</sup>	$\Phi_{cp}$	-	0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
<b>Résistance au cisaillement lors d'applications en zones sismiques (ACI 318 D.3.3.3)</b>												
Résistance au cisaillement d'un boulon d'ancrage unique pour les charges sismiques ( $f'_c=2,500$ psi)	$V_{sa,eq}$	lb (kN)	3,934 (17.5)		6,627 (29.5)		8,977 (39.9)		9,217 (41)		22,256 (99)	
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>5</sup>	$\Phi_{cq}$	-	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	

Conversions d'unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf = 4,45 N, 1 psi = 6,89 Pa, 1 po<sup>2</sup> = 645 mm<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Les renseignements présentés dans le Tableau 3A doivent être utilisés en conjonction avec les critères de conception décrits dans l'annexe D de la norme ACI 318.

<sup>2</sup> La valeur de  $\Phi_{sa}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05D.4.5(c)). Les boulons d'ancrage de diamètre M16 et M20 sont des éléments en acier cassant, selon la section D.1.1 de la norme ACI 318.

<sup>3</sup> La valeur de  $\Phi_{cb}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la résistance par effet de levier est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).

<sup>4</sup> La valeur de  $\Phi_{cp}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2.1 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la force par effet de levier est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si les combinaisons de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 sont utilisées, la valeur appropriée de  $\Phi$  doit être déterminée en se conformant à la norme ACI 318 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).

<sup>5</sup> Pour le calcul aux états limites, conformément à l'annexe D de la norme CSA A23.3-14, les facteurs de résistance du matériau ( $\Phi$ ) et le facteur de modification de la résistance (R) indiqués dans le tableau 4 doivent être utilisés.

**TABLEAU 3B – DONNÉES DE CONCEPTION TECHNIQUE DE CISAILLEMENT DES BOULONS  
SZ EN ACIER INOXYDABLE**

Caractéristique	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons			
			M8	M10	M12	M16
Catégorie d'ancrage	1,2 or 3	-	1	1	1	1
Profondeur d'encastrement	$h_{nom}$	in. (mm)	2.72 (69)	3.25 (82.5)	3.72 (94.5)	4.67 (118.5)
<b>Résistance de l'acier en cisaillement (ACI 318 D.6.1)</b>						
Résistance au cisaillement de l'acier	$V_{sa}$	lb (kN)	5,463 (24.3)	8,273 (36.8)	13,668 (60.8)	19,963 (88.8)
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>2,5</sup>	$\Phi_{sa}$	-	0.60	0.60	0.60	0.60
<b>Résistance à la rupture par arrachement du béton en cisaillement (ACI 318 D.6.2)</b>						
Diamètre extérieur des boulons d'ancrage	$d_a (d_{nom})$	po (mm)	0.45 (11.5)	0.57 (14.5)	0.69 (17.5)	0.93 (23.5)
Longueur portante des boulons d'ancrage en cisaillement	$l_e$	po (mm)	0.91 (23)	1.14 (29)	1.38 (35)	1.85 (47)
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture à l'arrachement du béton <sup>3,5</sup>	$\Phi_{cb}$	-	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>Résistance à la rupture du béton par effet de levier en cisaillement (ACI 318 D.6.3)</b>						
Coefficient de résistance à la rupture par effet de levier	$k_{cp}$	-	2	2	2	2
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture par effet de levier du béton <sup>4,5</sup>	$\Phi_{cp}$	-	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>Shear Strength for Seismic Applications (ACI 318 D.3.3.3)</b>						
Résistance au cisaillement d'un boulon d'ancrage unique pour les charges sismiques ( $f_c=2,500$ psi)	$V_{sa,eq}$	lb (kN)	2,158 (9.6)	3,012 (13.4)	5,485 (24.4)	15,983 (71.1)
Facteur de sensibilité à l'entaille - Rupture de l'acier <sup>5</sup>	$\Phi_{cq}$	-	0.60	0.60	0.60	0.60

Conversions d'unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf = 4,45 N, 1 psi = 6,89 Pa, 1 po<sup>2</sup> = 645 mm<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Les renseignements présentés dans le Tableau 3A et le Tableau 3B doivent être utilisés en conjonction avec les critères de conception décrits dans l'annexe D de la norme ACI 318..

<sup>2</sup>La valeur de  $\Phi_{sa}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5). Les boulons d'ancrage de diamètre M16 et M20 sont des éléments en acier cassant, selon la section D.1.1 de la norme ACI 318.

<sup>3</sup>La valeur de  $\Phi_{cb}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318-11 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la résistance par effet de levier est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si la combinaison de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 est utilisée, la valeur appropriée de  $\Phi_{sa}$  doit être déterminée conformément à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).

<sup>4</sup>La valeur de  $\Phi_{cp}$  indiquée sur le tableau s'applique lorsque la combinaison de charges de la section 1605.2.1 du code international du bâtiment (IBC) ou de la section 9.2 de la norme ACI 318 est utilisée, et que la condition B de la norme ACI 318 D.4.3(c) (ACI 318-08 et -05 D.4.4(c)) est satisfaite. La condition B s'applique lorsqu'aucune armature supplémentaire n'est fournie ou lorsque la force par effet de levier est prédominante. Pour les installations où il est possible de vérifier la conformité d'une armature supplémentaire, les facteurs  $\Phi$  décrits dans la condition A de la norme ACI 318-11 D.4.3 (ACI 318-08 et -05 D.4.4) sont permis. Si les combinaisons de charges de l'annexe C de la norme ACI 318 sont utilisées, la valeur appropriée de  $\Phi$  doit être déterminée en se conformant à la norme ACI 318-11 D.4.4. (ACI 318-08 et -05 D.4.5).

<sup>5</sup>Pour le calcul aux états limites, conformément à l'annexe D de la norme CSA A23.3-14, les facteurs de résistance du matériau ( $\Phi$ ) et le facteur de modification de la résistance (R) indiqués dans le tableau 4 doivent être utilisés.

**TABLEAU 4 – FACTEURS DE RÉSISTANCE POUR LA CONCEPTION AUX ÉTATS  
LIMITES EN VERTU DE LA NORME CSA A23.3-14, ANNEXE D<sup>1</sup>**

Spécifications pour l'installation	Symbole	Unité	Diamètre nominal des boulons d'ancrage				
			M8	M10	M12	M16	M20
Facteur de résistance du matériau du béton	$\phi_c$	-	0.65				
Facteur de résistance du matériau de l'acier	$\phi_s$	-	0.85				
Facteur de sensibilité à l'entaille en traction, modes de rupture de l'acier	R		0.80		0.70		
Facteur de sensibilité à l'entaille en cisaillement, modes de rupture de l'acier	R		0.75		0.65		
Facteur de sensibilité à l'entaille en traction, modes de rupture du béton	R	Cond. A	1.15				
		Cond. B	1.00				
Facteur de sensibilité à l'entaille en cisaillement, modes de rupture du béton	R	Cond. A	1.15				
		Cond. B	1.00				
Coefficient de rupture à l'arrachement pondéré en traction, béton fissuré	k	-	7				
Résistance du béton avec facteur de modification pour tenir compte du béton non fissuré	$\psi_{c,N}$	-	1.4				

<sup>1</sup> Les boulons d'ancrage de diamètre M16 et M20 sont des éléments en acier cassant, selon la section D.1 de la norme ACI 318 D.1.1

## CONTRAINTES DE CONCEPTION ADMISSIBLES

**TABLEAU 5A – VALEURS DE CONTRAINTES DE CONCEPTION ADMISSIBLES D'UN ÉCHANTILLON SZ EN ACIER  
AU CARBONE À DES FINS D'ILLUSTRATION<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>**

Diamètre nominal des boulons d'ancrage	Profondeur d'encastrement, $h_{nom}$ (po)	Profondeur d'encastrement effective, $h_{ef}$ (po)	Charge de traction admissible, $\phi N_n / a$ (lbf)
M8	2.76	2.4	1,707
M10	3.31	2.8	2,079
M12	3.74	3.1	2,802
M16	4.65	3.94	4,117
M20	5.83	4.94	4,634

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf-pi = 1,356 N-m, 1 lbf = 4,45 N

**TABLEAU 5B – VALEURS DE CONTRAINTES DE CONCEPTION ADMISSIBLES D'UN ÉCHANTILLON SZ EN ACIER  
INOXYDABLE À DES FINS D'ILLUSTRATION<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>**

Diamètre nominal des boulons d'ancrage	Profondeur d'encastrement, $h_{nom}$ (po)	Profondeur d'encastrement effective, $h_{ef}$ (po)	Charge de traction admissible, $\phi N_n / a$ (lbf)
M8	2.72	2.4	1,581
M10	3.25	2.8	2,459
M12	3.72	3.1	2,877
M16	4.67	3.94	4,637

Conversion des unités : 1 po = 25,4 mm, 1 lbf-pi = 1,356 N-m, 1 lbf = 4,45 N.

<sup>1</sup> Boulon d'ancrage unique avec charge de traction statique uniquement

<sup>2</sup> Béton déterminé pour demeurer non fissuré pendant toute la durée de vie de l'ancrage.

<sup>3</sup> combinaison de charges de la section 9.2 de la norme ACI 318 (pas de charge en zone sismique) avec  $\phi_{sa} = 0.65$ ,  $\phi_{cb} = 0.65$ , and  $\phi_p = 0.65$

<sup>4</sup> 30 % de charge permanente et 70 % de surcharge. La combinaison de charges prédominante est 1,2 la charge permanente + 1,6 la surcharge

Calcul de  $a = 0.3 * 1.2 + 0.7 * 1.6 = 1.48$

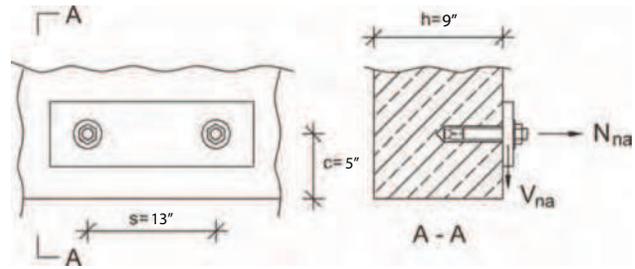
<sup>5</sup>  $f'_c = 2,500$  psi (béton de poids normal)

<sup>6</sup>  $C_{a1} = C_{a2} \geq C_{ac}$

<sup>7</sup>  $h \geq h_{min}$

**EXEMPLE DE CALCUL - CALCUL DE LA RÉSISTANCE**

L'objectif est de déterminer si deux boulons d'ancrage pour charge lourde SZ-B (goujons) en acier au carbone, de diamètre M16, avec une profondeur d'encastrement effective hef = 3,94 pouces, installés à 13 pouces l'un de l'autre (distance de centre à centre) et à 5 pouces du bord d'une dalle de 9 pouces de profondeur est adéquat pour une charge de traction de service de 4 000 lb (surcharge) et une charge de cisaillement réversible de service de 2 000 lb (surcharge). Le groupe de boulons d'ancrage sera dans la zone de traction, loin des autres boulons d'ancrage, dans du béton de poids normal avec (f'c = 3.000 psi)



	ACI318-05 Code Ref.	Report Ref.
<b>1. Vérifier l'épaisseur minimale de la pièce, l'espacement et la distance du rebord :</b>		
h = 9 in. ≥ h <sub>mi</sub> = 7,9 in.	o.k.	Tableau 1A
s = 12 in. ≥ S <sub>min</sub> = 12,6 in.	o.k.	Tableau 1A
c <sub>a, min</sub> = 5 in. ≥ c <sub>min</sub> = 4,7 in.	o.k.	Tableau 1A
<b>2. Déterminer la traction pondérée et les charges admises de cisaillement :</b>		
	9.2.1	
N <sub>ua</sub> = 1,6 L = 1,6 × 4.000 = 6.400 lb.		
V <sub>ua</sub> = 1,6 L = 1,6 × 2.000 = 3.200 lb.		
<b>3. Capacité de l'acier sous des efforts de traction :</b>		
	D.5.1	
N <sub>sa</sub> = 28.171		Tableau 2A
Φ = 0,65		Tableau 2A
n = 2 (groupe d'ancrage double)		
Calculating for Φ N <sub>sa</sub> :		
Φ N <sub>sa</sub> = 0,65 × 2 × 28.171 = 36.622 lb.		
<b>4. Capacité de rupture du béton sous des efforts de traction:</b>		
	D.5.2	
$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$		Eq.(D-6)
Où:		
$N_b = K_c \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5}$		Tableau 2A
with K <sub>c</sub> = K <sub>cr</sub> = 21		
λ = 1,0 pour le béton de poids normal		
Ψ <sub>ec,N</sub> = 1,0 puisque excentriquement e <sub>N</sub> = 0		Eq.(D-8)
$\Psi_{ed,N} = 0,7 + 0,3 \frac{C_{a,min}}{1,5h_{ef}}$ when C <sub>a,min</sub> ≤ 1,5h <sub>ef</sub>		Eq.(D-10)
Selon les observations, C <sub>a,min</sub> = 3 < 1,5h <sub>ef</sub> = 5,91 po.		
$\Psi_{ed,N} = 0,7 + 0,3 \frac{(5)}{1,5(3,94)} = 0,95$		
Ψ <sub>c,N</sub> = 1,0 en supposant une fissuration à des loads (f <sub>c</sub> > f <sub>r</sub> )		D.5.2.6
Ψ <sub>cp,N</sub> = 1,0 conçu pour le béton fissuré		D.5.2.7

	ACI318-05 Code Ref.	Report Ref.
calcul pour $\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}}$		
$A_{Nco} = 9h_{ef}^2 = 9(3,94)^2 = 139,71 \text{ in}^2$		Eq. (D-5)
$A_{Nc} = (c_{a1} + 1,5h_{ef}) (2 \times 1,5h_{ef} + s_1)$		
$= (5 + 1,5 \times 3,94) (2 \times 1,5 \times 3,94 + 13)$		Fig. RD.5.2.1 b
$= 270,8 \text{ in}^2$		
$\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} = \frac{270,8}{139,71} = 1,94$		
Calcul pour N <sub>b</sub> and N <sub>cbg</sub> :		
$N_b = 21 \times \sqrt{3.000} \times (3,94)^{1.5} = 8.995 \text{ lb.}$		
$N_{cbg} = 1,94 \times 1,0 \times 0,95 \times 1,0 \times 1,0 \times 8.995 = 16.576 \text{ lb.}$		
Φ = 0,65 pour condition B		
(aucune armature supplémentaire fournie)		Tableau 2A
$\Phi N_{cb} = 0,65 \times 16.576 = 10.776$		
<b>5. Capacité d'arrachement</b>		
	D.5.3	
pas décisive		Tableau 2A
<b>6. Vérifier tous les modes de défaillance sous des efforts de traction:</b>		
	D.4.1.2	
Résumé :		
Capacité de l'acier	= 36.622 lb.	
Capacité de rupture du béton	= 10.776 lb. ← <b>Contrôles</b>	
Capacité d'arrachement	= pas décisive	
<b>ΦN<sub>n</sub> = 10.776 lb. lorsque les contrôles de la capacité de rupture du béton &gt; N<sub>ua</sub> = 6.400 lb. - OK</b>		
<b>7. Capacité de l'acier sous charge de cisaillement :</b>		
	D.6.1	
Calcul de ΦV <sub>sa</sub> :		
V <sub>sa</sub> = 2 × 19.100 = 38.200 lb.		Tableau 3A
Φ = 0,65		Tableau 3A
$\Phi V_{sa} = 0,65 \times 38.200 = 24.830 \text{ lb.}$		

ACI318-05 Report  
 Code Ref. Ref.

ACI318-05 Report  
 Code Ref. Ref.

8. Capacité de rupture du béton sous des efforts de cisaillement :

10. Vérifier tous les modes de défaillance sous des efforts de cisaillement :

D.6.2

D.4.1.2

$$V_{cbg} = \frac{A_{vc}}{A_{vc0}} \Psi_{ec,v} \Psi_{ed,v} \Psi_{c,v} V_b \quad \text{Eq.(D-31)}$$

Où:

$$V_b = 7 \left( \frac{l_e}{d_o} \right)^{0.2} \sqrt{d_o} \sqrt{f'_c} c_{a1}^{1.5} \quad \text{Eq. (D-33)}$$

$$\Psi_{ec,v} = 1.0 \text{ puisque l'excentricité de } e'_v = 0 \quad \text{Eq.(D-36)}$$

$$\Psi_{ed,v} = 1.0 \text{ puisque } c_{a2} > 1.5c_{a1} \quad \text{Eq.(D-37)}$$

$$\Psi_{c,v} = 1.0 \text{ en supposant une fissuration à des charges d'exploitation (} f_t > f_r \text{)} \quad \text{D.6.2.7}$$

calcul pour  $\frac{A_{vc}}{A_{vc0}}$

$$h = 9 > 1.5 c_{a1} = 1.5 \times 5 = 7.5 \text{ in.}$$

$$A_{vc} = (2(1.5c_{a1}) + s_1) 1.5c_{a1} \quad \text{Fig. RD.6.2.1b}$$

$$= (2 \times 1.5 \times 5 + 13) \times 1.5 \times 5$$

$$= 210 \text{ in.}^2$$

$$A_{vc0} = 4.5 (c_{a1})^2 = 4.5 \times 5^2 = 112.5 \text{ in.}^2 \quad \text{Eq.(D-32)}$$

$$\frac{A_{vc}}{A_{vc0}} = \frac{210}{112.5} = 1.87 \quad \text{D.6.2.1}$$

calcul pour  $V_b$  and  $\Phi V_{cbg}$

$$d_o = 0.93 \text{ in.} \quad \text{Tableau 3A}$$

$$l_e = 2d_a = 1,85 \text{ in.} \quad \text{D.6.2.2}$$

$$c_{a1} = 5 \text{ in.}$$

$$\Phi = 0.70 \text{ pour condition B} \quad \text{Tableau 3A}$$

( aucune armature supplémentaire fournie)

$$V_b = 7 \times \left( \frac{1,85}{0,93} \right)^{0,2} \times \sqrt{0,93} \times \sqrt{3,000} \times (5)^{1,5} = 4.749 \text{ lb.}$$

$$\Phi V_{cbg} = 0,70 \times 1,87 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 4.749 = 6.216 \text{ lb.}$$

9. Résistance au détachement du béton : D.6.3

$$V_{cp} = K_{cp} N_{cbg}$$

Où: Eq. (D-40)

$$K_{cp} = 2.0 \text{ for } h_{ef} \geq 2.5$$

$$V_{cp} = 2.0 \times 16,579 = 33,158 \text{ lb. } \Phi V_{cbg} = 0.70$$

Résumé:

Capacité de l'acier = 24.830 lb.  
 Capacité de rupture du béton = 6.216 lb. ← **Contrôles**  
 Capacité de détachement = 23.211 not decisive

**$\Phi V_n = 6.216 \text{ lb.}$  lorsque les contrôles de la capacité rupture du béton  $> V_{ua} = 3.000 \text{ lb.}$  - OK**

11. Vérifier l'interaction des forces de traction et de cisaillement

D.7

If  $0.2 \Phi V_n \geq V_{ua}$  alors la résistance complète du concept à la traction est permise D.7.1  
 Selon les observations, ce n'est pas le cas.

If  $0.2 \Phi N_n \geq N_{ua}$  alors la résistance complète du concept à la traction est permise D.7.2  
 Selon les observations, ce n'est pas le cas.

Par conséquent:

$$\frac{N_{ua}}{\Phi N_n} + \frac{V_{ua}}{\Phi V_n} \leq 1.2$$

$$\frac{6.400}{10.776} + \frac{3.200}{6.216} = 0,59 + 0,51 = 1,10 < 1,2 - \text{OK}$$

12. Synthèse

**Deux boulons d'ancrage pour charge lourde SZ, de diamètre M16, avec une profondeur d'encastrement effective de 3,94 pouces sont adéquats pour résister à une charge de traction de service de 4.000 lb et une charge de cisaillement de 2.000 lb.**