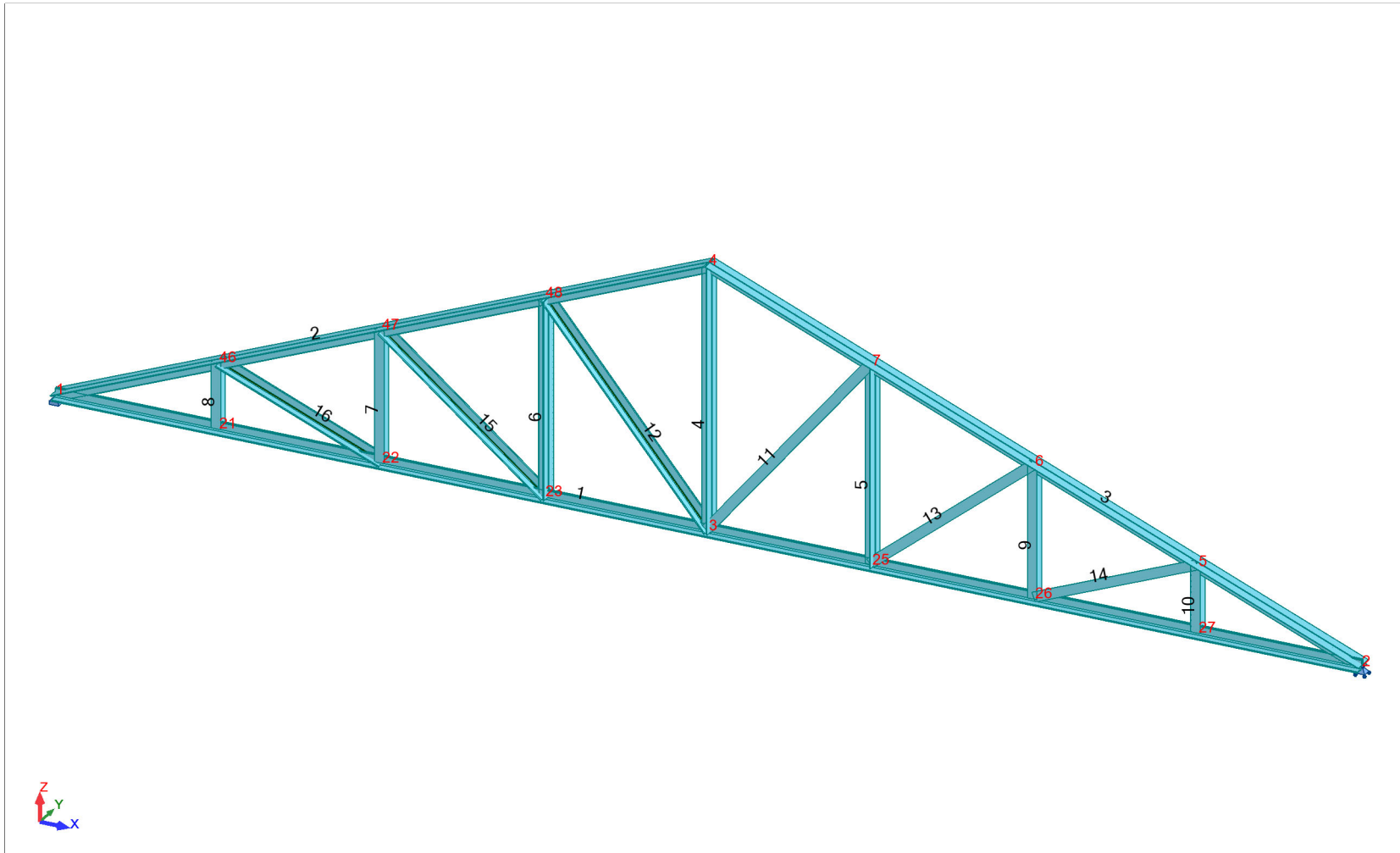


**Vue - Cas: 1 (PERM1)**





Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

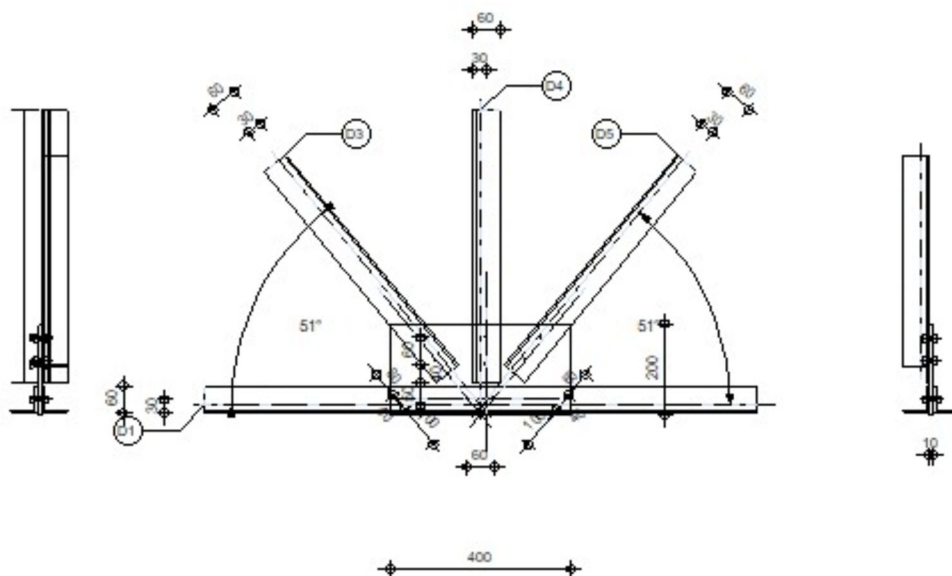
Ratio  
0,59

D1 - 2 CAE 60x6

D3 - CAE 60x6

D4 - 2 CAE 60x6

D5 - CAE 60x6



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 1  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 3  
Barres de la structure: 1, 1, 12, 4, 11,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES

		Barre 1-2		Barre 3	Barre 4	Barre 5	
Barre N° :		1		12	4	11	
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	2 CAE 60x6	CAE 60x6	
	h	60		60	60	60	mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60	60	mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6	6	mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6	6	mm
	r	8		8	8	8	mm
	A	13,82		6,91	13,82	6,91	cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel	Steel	
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00	235,00	MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00	360,00	MPa
Angle	α	0,00		50,61	90,00	50,61	Deg
Longueur	l	8,08		1,64	1,59	8,08	m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
d = 8 [mm]      Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm]      Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]      Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
n = 2      Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm] Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm] Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa] Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$  Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm] Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 100$  [mm] Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### Barre 4

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm] Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm] Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa] Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$  Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm] Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 50$  [mm] Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### Barre 5

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm] Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm] Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa] Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$  Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]



$e_1 = 40$  [mm] Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 100$  [mm] Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

## **GOUSSET**

$l_p = 400$  [mm] Longueur de la platine  
 $h_p = 200$  [mm] Hauteur de la platine  
 $t_p = 10$  [mm] Epaisseur de la platine

### **Paramètres**

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (0;80)

$e_v = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 200$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.

Matériau: S 235

$f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

## **COEFFICIENTS DE MATÉRIAU**

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

## **EFFORTS**

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = -4780,96$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = -4780,96$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 2094,34$  [daN] Effort axial  
 $N_{b4,Ed} = -3249,35$  [daN] Effort axial  
 $N_{b5,Ed} = 2094,34$  [daN] Effort axial

## RÉSULTATS

### BARRE 1-2

#### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié
$\alpha_{bz} = 0,25$	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$0,25 > 0,00$	vérifié
$F_{b,Rd2z} = 1466,69$ [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd2z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$F_{NSd} = -0,00$ [daN]	Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial	$F_{NSd} = N_{b1,Ed}/n$
$F_{x,Ed} = -0,00$ [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x	$F_{x,Ed} = F_{NSd}$
$F_{z,Ed} = -0,00$ [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z	$F_{z,Ed} = F_{MSd}$
$F_{Ed} = 0,00$ [daN]	Effort tranchant résultant dans le boulon	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$
$F_{Rdx} = 1011,28$ [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$
$F_{Rdz} = 1466,69$ [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -0,00  < 1011,28$	vérifié (0,00)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -0,00  < 1466,69$	vérifié (0,00)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$0,00 < 3860,39$	vérifié (0,00)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A = 6,91$ [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} = 6,37$ [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_f$
$N_{u,Rd} = 12839,24$ [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 * A_{net} * f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} = 14611,84$ [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -0,00  < 12839,24$	vérifié (0,00)
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -0,00  < 14611,84$	vérifié (0,00)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53$ [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} = 5,19$ [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} = 9244,85$ [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -0,00  < 9244,85$	vérifié (0,00)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19$ [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$
----------------------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 3456,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 3456,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

##### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 27,49$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b3,Ed}$

$F_{NSd} = 1047,17$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b3,Ed}$

$F_{MSd} = 458,13$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = 1047,17$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 458,13$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 1143,00$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z})$



$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 1047,17  < 3456,00$	vérifié	(0,30)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 458,13  < 3456,00$	vérifié	(0,13)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$1143,00 < 1930,19$	vérifié	(0,59)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_{f3}$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 * A_{net} * f_{u3}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y3}) / \gamma_{M2}$
$ N_{b3,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ 2094,34  < 12839,24$	vérifié	(0,16)
$ N_{b3,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ 2094,34  < 14611,84$	vérifié	(0,14)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv}$
$ N_{b3,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ 2094,34  < 9244,85$	vérifié	(0,23)

## BARRE 4

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	3860,39 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	6912,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	6912,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t_l / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -42,65$  [daN\*m] Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b4,E}$

$F_{NSd} = -1624,67$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b4,E}$

$F_{MSd} = -710,79$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / I$

$F_{x,Ed} = -1624,67$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F$

$F_{z,Ed} = -710,79$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_I$

$F_{Ed} = 1773,35$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|-1624,67| < 5760,00$  **vérifié** (0,28)

$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|-710,79| < 5760,00$  **vérifié** (0,12)

$F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $1773,35 < 3860,39$  **vérifié** (0,46)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]

$A = 6,91$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section transversale de la cornière

$A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u4}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y4}) / \gamma_{M2}$

$|0.5 \cdot N_{b4,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|-1624,67| < 12839,24$  **vérifié** (0,13)

$|0.5 \cdot N_{b4,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|-1624,67| < 14611,84$  **vérifié** (0,11)

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|0.5 * N_{b4,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |-1624,67| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,18)$

## BARRE 5

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_{bx} * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$



$$\alpha_{bz} > 0,0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale} \quad F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13 \text{ [mm]}$  Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 27,49 \text{ [daN*m]}$  Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b5,Ed}$

$F_{NSd} = 1047,17 \text{ [daN]}$  Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b5,Ed}$

$F_{MSd} = 458,13 \text{ [daN]}$  Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \sum x_i^2$

$F_{x,Ed} = 1047,17 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 458,13 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 1143,00 \text{ [daN]}$  Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 1047,17  < 3456,00$	vérifié	(0, 30)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 458,13  < 3456,00$	vérifié	(0, 13)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$1143,00 < 1930,19$	vérifié	(0, 59)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u5}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0,9 \cdot A \cdot f_{y5}) / \gamma_{M2}$

$ N_{b5,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ 2094,34  < 12839,24$	vérifié	(0, 16)
$ N_{b5,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ 2094,34  < 14611,84$	vérifié	(0, 14)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$

$ N_{b5,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ 2094,34  < 9244,85$	vérifié	(0, 23)
------------------------------	-----------------------	---------	---------

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,59



Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

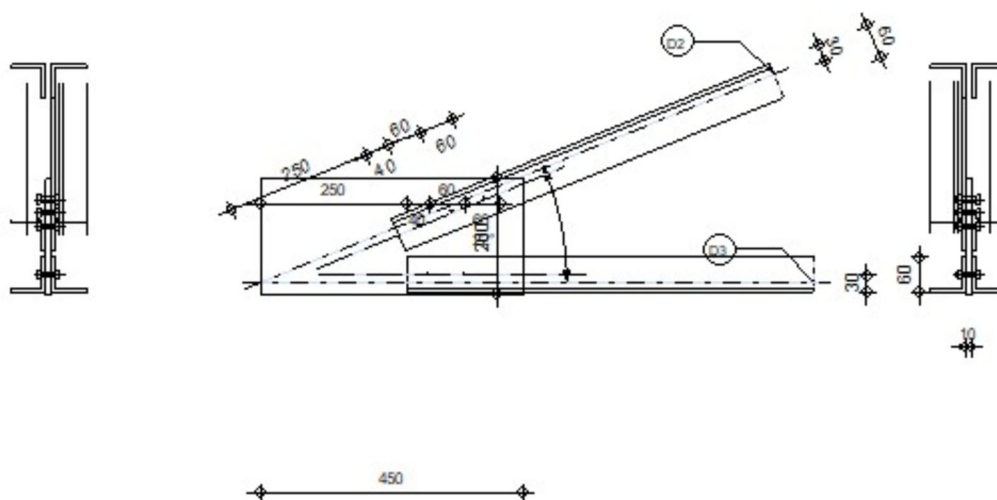
NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,74

D2 - 2 CAE 60x6

D3 - 2 CAE 60x6



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 2  
Nom de l'assemblage: Gousset - contreventement  
Noeud de la structure: 1  
Barres de la structure: 2, 1,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES

		Barre 2	Barre 3				
Barre N° :		2	1				
Profilé :		2 CAE 60x6	2 CAE 60x6				
	h	60	60				mm
	b <sub>f</sub>	60	60				mm
	t <sub>w</sub>	6	6				mm
	t <sub>f</sub>	6	6				mm
	r	8	8				mm
	A	13,82	13,82				cm2
Matériau :		Steel	Steel				
	f <sub>y</sub>	235,00	235,00				MPa
	f <sub>u</sub>	360,00	360,00				MPa
Angle	α	22,09	0,00				Deg
Longueur	l	0,00	0,00				m

## **BOULONS**

### **Barre 2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8

Classe du boulon

d = 8 [mm]

Diamètre du boulon

d<sub>0</sub> = 9 [mm]

Diamètre du trou de boulon

A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]

Aire de la section efficace du boulon

A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]

Aire de la section du boulon

f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]

Limite de plasticité

f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]

Résistance du boulon à la traction

n = 3

Nombre de colonnes des boulons

Espacement des boulons 60;60 [mm]

e<sub>1</sub> = 40 [mm]

Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre

e<sub>2</sub> = 30 [mm]

Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

e<sub>c</sub> = 250 [mm]

Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 3 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60;60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 250 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

## **GOUSSET**

**l<sub>p</sub> =** 450 [mm] **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> =** 200 [mm] **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> =** 10 [mm] **Epaisseur de la platine**

## **Paramètres**

**h<sub>1</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>1</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>2</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>2</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>3</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>3</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>4</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>4</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**

**Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres** (225;80)

**e<sub>v</sub> =** 20 [mm] **Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres**  
**e<sub>H</sub> =** 0 [mm] **Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres**  
**Matériau:** S 235  
**f<sub>y</sub> =** 235,00 [MPa] **Résistance**

## **COEFFICIENTS DE MATÉRIAU**

**γ<sub>M0</sub> =** 1,00 **Coefficient de sécurité partiel** [2.2]  
**γ<sub>M2</sub> =** 1,25 **Coefficient de sécurité partiel** [2.2]

## EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b2,Ed} = 8119,70$  [daN] Effort axial

$N_{b3,Ed} = -7362,54$  [daN] Effort axial

## RÉSULTATS

### BARRE 2

#### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d^* / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d^*$

Direction z



$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	2,50	> 0,00	vérifié
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	1,00	> 0,00	vérifié
$F_{b,Rd2z} = 5760,00$ [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale		$F_{b,Rd2z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

## VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

### cisaillement des boulons

$e =$	13 [mm]	Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons	
$M_0 =$	106,57 [daN*m]	Moment fléchissant réel	$M_0 = N_{b2,Ed}$
$F_{NSd} =$	2706,57 [daN]	Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial	$F_{NSd} = N_{b2,Ed}$
$F_{MSd} =$	888,08 [daN]	Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment	$F_{MSd} = M_0 * x_{max} / \Sigma$
$F_{x,Ed} =$	2706,57 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x	$F_{x,Ed} = F_N$
$F_{z,Ed} =$	888,08 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z	$F_{z,Ed} = F_M$
$F_{Ed} =$	2848,54 [daN]	Effort tranchant résultant dans le boulon	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$
$F_{Rdx} =$	5760,00 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$
$F_{Rdz} =$	5760,00 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	2706,57	< 5760,00	vérifié (0,47)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	888,08	< 5760,00	vérifié (0,15)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	2848,54	< 3860,39	vérifié (0,74)

## VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_3 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_f$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_3 * A_{net} * f_{u2}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y2}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b2,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	4059,85	< 12839,24	vérifié (0,32)
$ 0.5 * N_{b2,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	4059,85	< 14611,84	vérifié (0,28)

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	8,25 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	13396,58 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv}$
$ 0.5 * N_{b2,Ed}  \leq V_{effRd}$	4059,85	< 13396,58	vérifié (0,30)

## BARRE 3

## RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,74$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,74 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 4266,67$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

## VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

### cisaillement des boulons



$e =$	13 [mm]	Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons	
$M_0 =$	-96,63 [daN*m]	Moment fléchissant réel	$M_0 = N_{b3,E}$
$F_{NSd} =$	-2454,18 [daN]	Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial	$F_{NSd} = N_{b3,E}$
$F_{MSd} =$	-805,27 [daN]	Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment	$F_{MSd} = M_0 * x_{max} / I$
$F_{x,Ed} =$	-2454,18 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x	$F_{x,Ed} = F$
$F_{z,Ed} =$	-805,27 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z	$F_{z,Ed} = F_I$
$F_{Ed} =$	2582,92 [daN]	Effort tranchant résultant dans le boulon	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$
$F_{Rdx} =$	5760,00 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd1z})$
$F_{Rdz} =$	4266,67 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd1x})$
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$		$ -2454,18  < 5760,00$	<b>vérifié</b> (0,43)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$		$ -805,27  < 4266,67$	<b>vérifié</b> (0,19)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$		$2582,92 < 3860,39$	<b>vérifié</b> (0,67)

#### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_3 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_f$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_3 * A_{net} * f_{u3}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y3}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b3,Ed}  \leq N_{u,Rd}$		$ -3681,27  < 12839,24$	<b>vérifié</b> (0,29)
$ 0.5 * N_{b3,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$		$ -3681,27  < 14611,84$	<b>vérifié</b> (0,25)

#### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	8,25 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	13396,58 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv}$
$ 0.5 * N_{b3,Ed}  \leq V_{effRd}$		$ -3681,27  < 13396,58$	<b>vérifié</b> (0,27)

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,74



Robot Structural Analysis Professional 2025

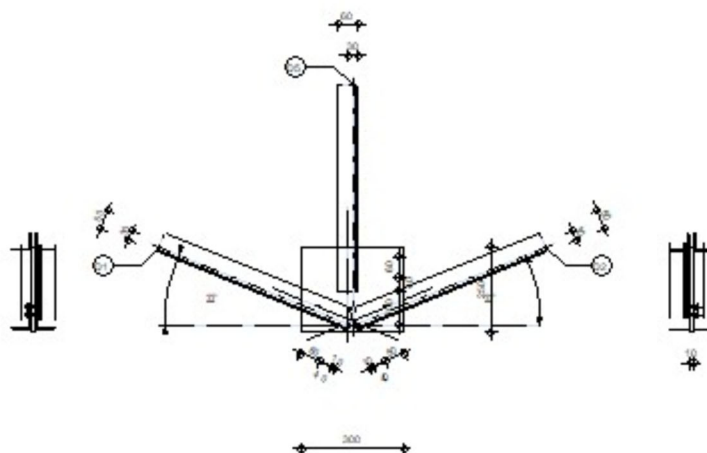
## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,74

D1 - 2 CAE 60x6  
D2 - 2 CAE 60x6  
D5 - 2 CAE 60x6



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 3  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 4  
Barres de la structure: 3, 2,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES

		Barre 1	Barre 2	Barre 5			
Barre N° :		3	2				
Profilé :		2 CAE 60x6	2 CAE 60x6	2 CAE 60x6			
	h	60	60	60			mm
	b <sub>f</sub>	60	60	60			mm
	t <sub>w</sub>	6	6	6			mm
	t <sub>f</sub>	6	6	6			mm
	r	8	8	8			mm
	A	13,82	13,82	13,82			cm <sup>2</sup>
Matériau :		Steel	Steel	Steel			
	f <sub>y</sub>	235,00	235,00	235,00			MPa
	f <sub>u</sub>	360,00	360,00	360,00			MPa
Angle	α	- 22,09	22,09	90,00			Deg
Longueur	l	4,36	1,64	4,36			m

## **BOULONS**

### **Barre 1**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
d = 8 [mm]      Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm]      Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]      Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
n = 2      Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>1</sub> = 40 [mm]      Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
e<sub>2</sub> = 30 [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
e<sub>c</sub> = 10 [mm]      Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

### **Barre 2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm]      Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm]      Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa]      Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$       Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm]      Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 10$  [mm]      Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### Barre 5

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm]      Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm]      Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa]      Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$       Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm]      Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 100$  [mm]      Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### GOUSSET

$l_p = 300$  [mm]      Longueur de la platine  
 $h_p = 250$  [mm]      Hauteur de la platine  
 $t_p = 10$  [mm]      Epaisseur de la platine

#### Paramètres

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (0;105)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 150$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = 5231,23$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = 5231,23$  [daN] Effort axial  
 $N_{b5,Ed} = 5231,23$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{V,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$$F_{V,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$$

##### Pression du boulon sur la barre

Direction x



$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$   
 $k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**  
 $\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$   
 $\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

Direction z  
 $k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$   
 $k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**  
 $\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$   
 $\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x  
 $k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$   
 $k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**  
 $\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$   
 $\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d$

Direction z  
 $k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$   
 $k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**  
 $\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$   
 $\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

##### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons  
 $M_0 = 68,66$  [daN\*m] Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b1,Ed}$   
 $F_{NSd} = 2615,62$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b1,Ed}$   
 $F_{MSd} = 1144,32$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma x_i^2$   
 $F_{x,Ed} = 2615,62$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$   
 $F_{z,Ed} = 1144,32$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$   
 $F_{Ed} = 2854,98$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$   
 $F_{Rdx} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x})$   
 $F_{Rdz} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 2615,62  < 5760,00$	vérifié	(0,45)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 1144,32  < 5760,00$	vérifié	(0,20)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$2854,98 < 3860,39$	vérifié	(0,74)

## VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_1$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 * A_{net} * f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ 2615,62  < 12839,24$	vérifié	(0,20)
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ 2615,62  < 14611,84$	vérifié	(0,18)

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ 2615,62  < 9244,85$	vérifié	(0,28)

## BARRE 2

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	3860,39 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	6912,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	6912,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t_1 / \gamma_{M2}$



### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 68,66$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b2,Ed}$

$F_{NSd} = 2615,62$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b2,Ed}$

$F_{MSd} = 1144,32$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = 2615,62$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 1144,32$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 2854,98$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|2615,62| < 5760,00$  **vérifié** (0,45)

$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|1144,32| < 5760,00$  **vérifié** (0,20)

$F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $2854,98 < 3860,39$  **vérifié** (0,74)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction

[Tableau 3.8]

$A = 6,91$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section transversale de la cornière

$A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette

$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette

$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u2}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute

$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y2}) / \gamma_{M2}$

$|0.5 \cdot N_{b2,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|2615,62| < 12839,24$  **vérifié** (0,20)

$|0.5 \cdot N_{b2,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|2615,62| < 14611,84$  **vérifié** (0,18)

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|0.5 * N_{b2,Ed}| \leq V_{effRd}$   $|2615,62| < 9244,85$  **vérifié** (0,28)

## BARRE 5

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_{bx} * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons  
 $M_0 = 68,66$  [daN\*m] Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b5,Ed}$   
 $F_{NSd} = 2615,62$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b5,Ed}$   
 $F_{MSd} = 1144,32$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$   
 $F_{x,Ed} = 2615,62$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$   
 $F_{z,Ed} = 1144,32$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$   
 $F_{Ed} = 2854,98$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$   
 $F_{Rdx} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$   
 $F_{Rdz} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$   
 $|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|2615,62| < 5760,00$  **vérifié** (0,45)  
 $|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|1144,32| < 5760,00$  **vérifié** (0,20)  
 $F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $2854,98 < 3860,39$  **vérifié** (0,74)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]  
 $A = 6,91$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section transversale de la cornière  
 $A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_{f5}$   
 $N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u5}) / \gamma_{M2}$   
 $N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y5}) / \gamma_{M2}$   
 $|0.5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|2615,62| < 12839,24$  **vérifié** (0,20)  
 $|0.5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|2615,62| < 14611,84$  **vérifié** (0,18)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53$  [cm<sup>2</sup>] Aire nette de la zone de la section en traction  
 $A_{nv} = 5,19$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la zone de la section soumise au cisaillement  
 $V_{effRd} = 9244,85$  [daN] Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$   
 $|0.5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq V_{effRd}$   $|2615,62| < 9244,85$  **vérifié** (0,28)

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,74



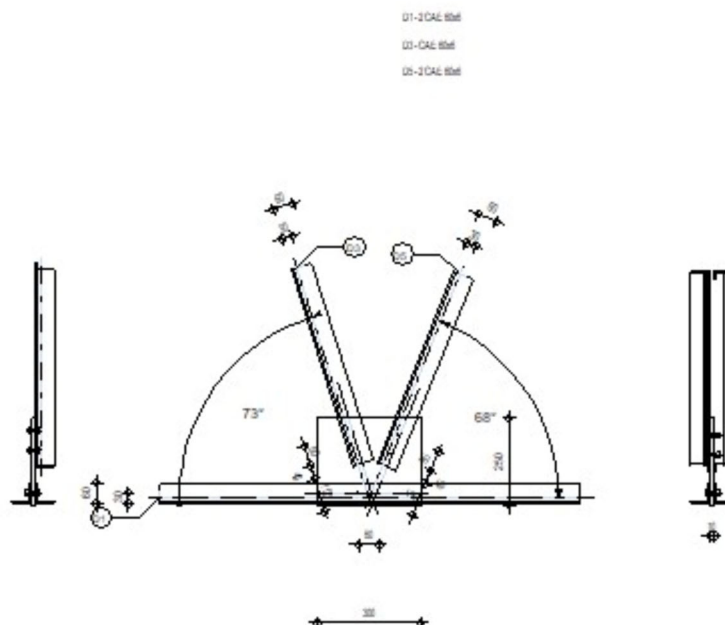
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
**0,59**



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 4  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 48  
Barres de la structure: 2, 2, 12, 6,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES

		Barre 1-2		Barre 3	Barre 5		
Barre N° :		2		12	6		
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	2 CAE 60x6		
	h	60		60	60		mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60		mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6		mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6		mm
	r	8		8	8		mm
	A	13,82		6,91	13,82		cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel		
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00		MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00		MPa
Angle	α	0,00		72,70	67,91		Deg
Longueur	l	4,36		1,23	4,36		m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
d = 8 [mm]      Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm]      Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]      Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
n = 2      Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon



**Classe = 8.8**      **Classe du boulon**  
**d = 8 [mm]**      **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> = 9 [mm]**      **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]**      **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]**      **Résistance du boulon à la traction**  
**n = 2**      **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons 60 [mm]**  
**e<sub>1</sub> = 40 [mm]**      **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> = 30 [mm]**      **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> = 100 [mm]**      **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

### Barre 5

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe = 8.8**      **Classe du boulon**  
**d = 8 [mm]**      **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> = 9 [mm]**      **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]**      **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]**      **Résistance du boulon à la traction**  
**n = 2**      **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons 60 [mm]**  
**e<sub>1</sub> = 40 [mm]**      **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> = 30 [mm]**      **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> = 100 [mm]**      **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

### GOUSSET

**l<sub>p</sub> = 300 [mm]**      **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> = 250 [mm]**      **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> = 10 [mm]**      **Epaisseur de la platine**

### Paramètres

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (0;105)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 150$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = 5225,34$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = 6197,53$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 2103,18$  [daN] Effort axial  
 $N_{b5,Ed} = -975,99$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1-2

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

Pression du boulon sur la barre



#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,25$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,25 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 1466,69$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

##### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -12,76$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b1,Ed}$

$F_{NSd} = -486,10$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b1,Ed}$

$F_{MSd} = -212,66$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = -486,10$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -212,66$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 530,58$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 1011,28$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 1466,69$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -486,10  < 1011,28$	vérifié	(0,48)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -212,66  < 1466,69$	vérifié	(0,14)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$530,58 < 3860,39$	vérifié	(0,14)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -486,10  < 12839,24$	vérifié	(0,04)
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -486,10  < 14611,84$	vérifié	(0,03)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -486,10  < 9244,85$	vérifié	(0,05)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	1930,19 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	3456,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	3456,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_f / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$$k_{1x} = 2,50 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$$

$$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$\alpha_{bx} = 1,00 \quad \text{Coefficient dépendant de l'espacement des boulons } \alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou } F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$$

Direction z

$$k_{1z} = 2,50 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$$

$$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$\alpha_{bz} = 1,00 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad \alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale } F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$$e = 13 \text{ [mm]} \quad \text{Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons}$$

$$M_0 = 27,60 \text{ [daN*m]} \quad \text{Moment fléchissant réel} \quad M_0 = N_{b3,Ed}$$

$$F_{NSd} = 1051,59 \text{ [daN]} \quad \text{Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial} \quad F_{NSd} = N_{b3,Ed}$$

$$F_{MSd} = 460,07 \text{ [daN]} \quad \text{Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment} \quad F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$$

$$F_{x,Ed} = 1051,59 \text{ [daN]} \quad \text{Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x} \quad F_{x,Ed} = F_N$$

$$F_{z,Ed} = 460,07 \text{ [daN]} \quad \text{Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z} \quad F_{z,Ed} = F_M$$

$$F_{Ed} = 1147,82 \text{ [daN]} \quad \text{Effort tranchant résultant dans le boulon} \quad F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$$

$$F_{Rdx} = 3456,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x} \quad F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$$

$$F_{Rdz} = 3456,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z} \quad F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$$

$$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx} \quad |1051,59| < 3456,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,30)$$

$$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz} \quad |460,07| < 3456,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,13)$$

$$F_{Ed} \leq F_{vRd} \quad 1147,82 < 1930,19 \quad \text{vérifié} \quad (0,59)$$

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$$\beta_2 = 0,70 \quad \text{Coefficient de réduction} \quad [\text{Tableau 3.8}]$$

$$A_{net} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Aire de la section nette} \quad A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$$

$$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul de la section nette} \quad N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$$

$$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul plastique de la section brute} \quad N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$$

$$|N_{b3,Ed}| \leq N_{u,Rd} \quad |2103,18| < 12839,24 \quad \text{vérifié} \quad (0,16)$$

$$|N_{b3,Ed}| \leq N_{pl,Rd} \quad |2103,18| < 14611,84 \quad \text{vérifié} \quad (0,14)$$

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|N_{b3,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |2103,18| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,23)$

## BARRE 5

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1x} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1z} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$



$\alpha_{bz} > 0,0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_l / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons  
 $M_0 = -12,81$  [daN\*m] Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b5,Ed}$   
 $F_{NSd} = -488,00$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b5,Ed}$   
 $F_{MSd} = -213,50$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma x_i^2$   
 $F_{x,Ed} = -488,00$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$   
 $F_{z,Ed} = -213,50$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$   
 $F_{Ed} = 532,66$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$   
 $F_{Rdx} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$   
 $F_{Rdz} = 5760,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$   
 $|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|-488,00| < 5760,00$  **vérifié** (0,08)  
 $|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|-213,50| < 5760,00$  **vérifié** (0,04)  
 $F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $532,66 < 3860,39$  **vérifié** (0,14)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]  
 $A = 6,91$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section transversale de la cornière  
 $A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_{f5}$   
 $N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u5}) / \gamma_{M2}$   
 $N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0,9 \cdot A \cdot f_{y5}) / \gamma_{M2}$   
 $|0,5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|-488,00| < 12839,24$  **vérifié** (0,04)  
 $|0,5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|-488,00| < 14611,84$  **vérifié** (0,03)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53$  [cm<sup>2</sup>] Aire nette de la zone de la section en traction  
 $A_{nv} = 5,19$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la zone de la section soumise au cisaillement  
 $V_{effRd} = 9244,85$  [daN] Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$   
 $|0,5 \cdot N_{b5,Ed}| \leq V_{effRd}$   $|-488,00| < 9244,85$  **vérifié** (0,05)

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,59





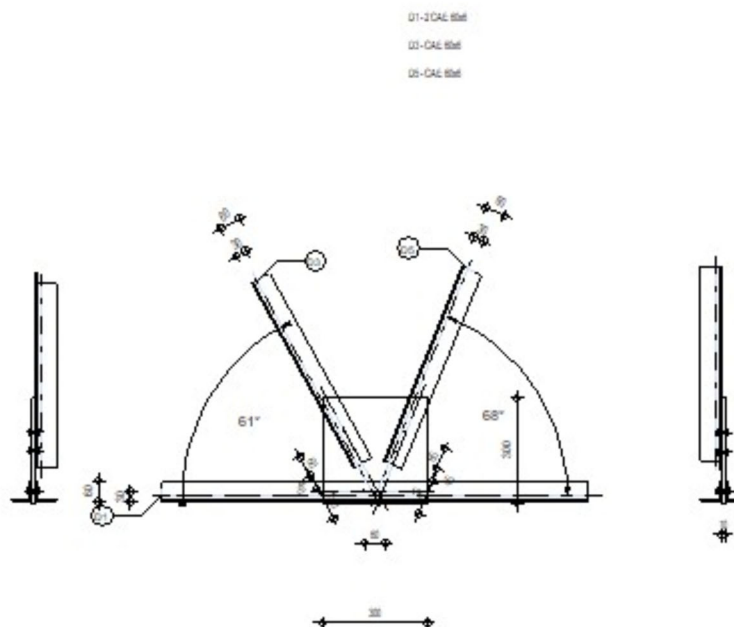
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,48



## GÉNÉRAL

Assemblage N°: 5  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 47  
Barres de la structure: 2, 2, 15, 7,

## GÉOMÉTRIE

## BARRES

		Barre 1-2		Barre 3	Barre 5		
Barre N° :		2		15	7		
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	CAE 60x6		
	h	60		60	60		mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60		mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6		mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6		mm
	r	8		8	8		mm
	A	13,82		6,91	6,91		cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel		
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00		MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00		MPa
Angle	α	0,00		61,17	67,91		Deg
Longueur	l	4,36		0,82	4,36		m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
d = 8 [mm] Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm] Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa] Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa] Résistance du boulon à la traction  
n = 2 Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 2 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 100 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

#### Barre 5

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 2 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 100 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

#### GOUSSET

**l<sub>p</sub> =** 300 [mm] **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> =** 300 [mm] **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> =** 10 [mm] **Epaisseur de la platine**

#### Paramètres

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (0;130)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 150$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = 6191,64$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = 7172,26$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 1648,38$  [daN] Effort axial  
 $N_{b5,Ed} = -546,60$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1-2

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

Pression du boulon sur la barre

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,25$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,25 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 1466,69$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -12,87$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b1,Ed}$

$F_{NSd} = -490,31$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b1,Ed}$

$F_{MSd} = -214,51$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = -490,31$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -214,51$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 535,18$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 1011,28$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 1466,69$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$



$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -490,31  < 1011,28$	vérifié	(0,48)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -214,51  < 1466,69$	vérifié	(0,15)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$535,18 < 3860,39$	vérifié	(0,14)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_1$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 * A_{net} * f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -490,31  < 12839,24$	vérifié	(0,04)
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -490,31  < 14611,84$	vérifié	(0,03)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 * N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -490,31  < 9244,85$	vérifié	(0,05)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	1930,19 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	3456,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	3456,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t_1 / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$$k_{1x} = 2,50 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$$

$$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$\alpha_{bx} = 1,00 \quad \text{Coefficient dépendant de l'espacement des boulons } \alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou } F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$$

Direction z

$$k_{1z} = 2,50 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$$

$$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$\alpha_{bz} = 1,00 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{b,Rd} \quad \alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale } F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$$e = 13 \text{ [mm]} \quad \text{Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons}$$

$$M_0 = 21,63 \text{ [daN*m]} \quad \text{Moment fléchissant réel} \quad M_0 = N_{b3,Ed}$$

$$F_{NSd} = 824,19 \text{ [daN]} \quad \text{Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial} \quad F_{NSd} = N_{b3,Ed}$$

$$F_{MSd} = 360,58 \text{ [daN]} \quad \text{Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment} \quad F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma$$

$$F_{x,Ed} = 824,19 \text{ [daN]} \quad \text{Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x} \quad F_{x,Ed} = F_N$$

$$F_{z,Ed} = 360,58 \text{ [daN]} \quad \text{Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z} \quad F_{z,Ed} = F_M$$

$$F_{Ed} = 899,61 \text{ [daN]} \quad \text{Effort tranchant résultant dans le boulon} \quad F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$$

$$F_{Rdx} = 3456,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x} \quad F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$$

$$F_{Rdz} = 3456,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z} \quad F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$$

$$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx} \quad |824,19| < 3456,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,24)$$

$$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz} \quad |360,58| < 3456,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,10)$$

$$F_{Ed} \leq F_{vRd} \quad 899,61 < 1930,19 \quad \text{vérifié} \quad (0,47)$$

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$$\beta_2 = 0,70 \quad \text{Coefficient de réduction} \quad [\text{Tableau 3.8}]$$

$$A_{\text{net}} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Aire de la section nette} \quad A_{\text{net}} = A - d_0 \cdot t_f$$

$$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul de la section nette} \quad N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u) / \gamma_{M2}$$

$$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance de calcul plastique de la section brute} \quad N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M2}$$

$$|N_{b3,Ed}| \leq N_{u,Rd} \quad |1648,38| < 12839,24 \quad \text{vérifié} \quad (0,13)$$

$$|N_{b3,Ed}| \leq N_{pl,Rd} \quad |1648,38| < 14611,84 \quad \text{vérifié} \quad (0,11)$$

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|N_{b3,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |1648,38| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,18)$

## BARRE 5

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1x} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1z} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t_1 / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0,0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**  
 $F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons  
 $M_0 = -7,17$  [daN\*m] Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b5,Ed}$   
 $F_{NSd} = -273,30$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b5,Ed}$   
 $F_{MSd} = -119,57$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \sum x_i^2$   
 $F_{x,Ed} = -273,30$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$   
 $F_{z,Ed} = -119,57$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$   
 $F_{Ed} = 298,31$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$   
 $F_{Rdx} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$   
 $F_{Rdz} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$   
 $|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|-273,30| < 3456,00$  **vérifié** (0,08)  
 $|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|-119,57| < 3456,00$  **vérifié** (0,03)  
 $F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $298,31 < 1930,19$  **vérifié** (0,15)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]  
 $A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$   
 $N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u5}) / \gamma_{M2}$   
 $N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0,9 \cdot A \cdot f_{y5}) / \gamma_{M2}$   
 $|N_{b5,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|-546,60| < 12839,24$  **vérifié** (0,04)  
 $|N_{b5,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|-546,60| < 14611,84$  **vérifié** (0,04)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53$  [cm<sup>2</sup>] Aire nette de la zone de la section en traction  
 $A_{nv} = 5,19$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la zone de la section soumise au cisaillement  
 $V_{effRd} = 9244,85$  [daN] Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$   
 $|N_{b5,Ed}| \leq V_{effRd}$   $|-546,60| < 9244,85$  **vérifié** (0,06)

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,48





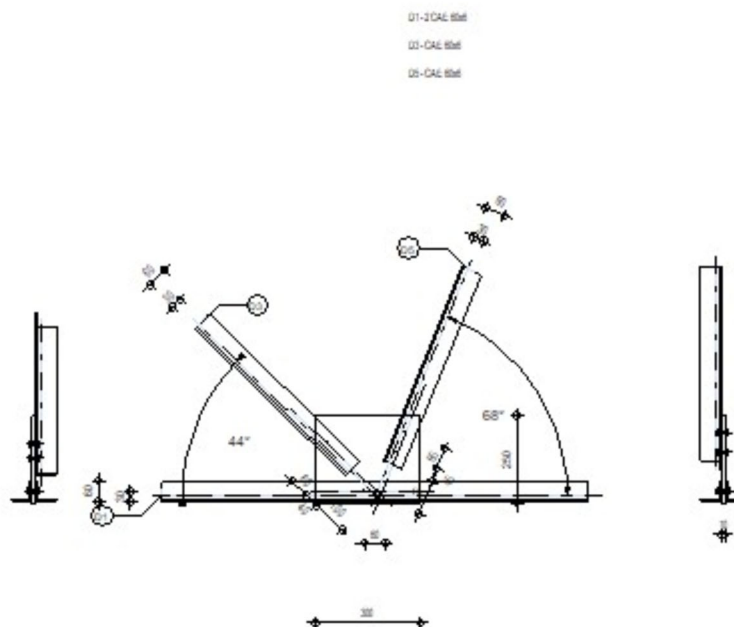
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,47



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 6  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 46  
Barres de la structure: 2, 2, 16, 8,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES



		Barre 1-2		Barre 3	Barre 5		
Barre N° :		2		16	8		
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	CAE 60x6		
	h	60		60	60		mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60		mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6		mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6		mm
	r	8		8	8		mm
	A	13,82		6,91	6,91		cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel		
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00		MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00		MPa
Angle	α	0,00		44,19	67,91		Deg
Longueur	l	4,36		0,41	4,36		m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
d = 8 [mm] Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm] Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa] Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa] Résistance du boulon à la traction  
n = 2 Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe = 8.8**      **Classe du boulon**  
**d = 8 [mm]**      **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> = 9 [mm]**      **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]**      **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]**      **Résistance du boulon à la traction**  
**n = 2**      **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons 60 [mm]**  
**e<sub>1</sub> = 40 [mm]**      **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> = 30 [mm]**      **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> = 100 [mm]**      **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

### Barre 5

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe = 8.8**      **Classe du boulon**  
**d = 8 [mm]**      **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> = 9 [mm]**      **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]**      **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]**      **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]**      **Résistance du boulon à la traction**  
**n = 2**      **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons 60 [mm]**  
**e<sub>1</sub> = 40 [mm]**      **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> = 30 [mm]**      **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> = 100 [mm]**      **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

### GOUSSET

**l<sub>p</sub> = 300 [mm]**      **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> = 250 [mm]**      **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> = 10 [mm]**      **Epaisseur de la platine**

### Paramètres

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (-20;105)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 170$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = 7166,37$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = 8125,59$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 1408,98$  [daN] Effort axial  
 $N_{b5,Ed} = 84,56$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1-2

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$$

Pression du boulon sur la barre

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,25$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,25 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 1466,69$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

##### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -12,59$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b1,Ed}$

$F_{NSd} = -479,61$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b1,Ed}$

$F_{MSd} = -209,83$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = -479,61$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -209,83$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 523,50$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 1011,28$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x})$

$F_{Rdz} = 1466,69$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -479,61  < 1011,28$	vérifié	(0,47)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -209,83  < 1466,69$	vérifié	(0,14)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$523,50 < 3860,39$	vérifié	(0,14)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 \cdot t_1$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -479,61  < 12839,24$	vérifié	(0,04)
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -479,61  < 14611,84$	vérifié	(0,03)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -479,61  < 9244,85$	vérifié	(0,05)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	1930,19 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	3456,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	3456,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_1 / \gamma_{M2}$



### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 18,49$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b3,Ed}$

$F_{NSd} = 704,49$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b3,Ed}$

$F_{MSd} = 308,21$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = 704,49$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 308,21$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 768,96$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|704,49| < 3456,00$  **vérifié** (0,20)

$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|308,21| < 3456,00$  **vérifié** (0,09)

$F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $768,96 < 1930,19$  **vérifié** (0,40)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction

[Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette

$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette

$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute

$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|1408,98| < 12839,24$  **vérifié** (0,11)

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|1408,98| < 14611,84$  **vérifié** (0,10)

## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|N_{b3,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |1408,98| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,15)$

## BARRE 5

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$$\alpha_{bz} > 0,0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale} \quad F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13 \text{ [mm]}$  Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 1,11 \text{ [daN*m]}$  Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b5,Ed}$

$F_{NSd} = 42,28 \text{ [daN]}$  Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b5,Ed}$

$F_{MSd} = 18,50 \text{ [daN]}$  Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \sum x_i^2$

$F_{x,Ed} = 42,28 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 18,50 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 46,15 \text{ [daN]}$  Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 42,28  < 3456,00$	vérifié	(0,01)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 18,50  < 3456,00$	vérifié	(0,01)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$46,15 < 1930,19$	vérifié	(0,02)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u5}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0,9 \cdot A \cdot f_{y5}) / \gamma_{M2}$

$ N_{b5,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ 84,56  < 12839,24$	vérifié	(0,01)
$ N_{b5,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ 84,56  < 14611,84$	vérifié	(0,01)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$

$ N_{b5,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ 84,56  < 9244,85$	vérifié	(0,01)
------------------------------	---------------------	---------	--------

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,47



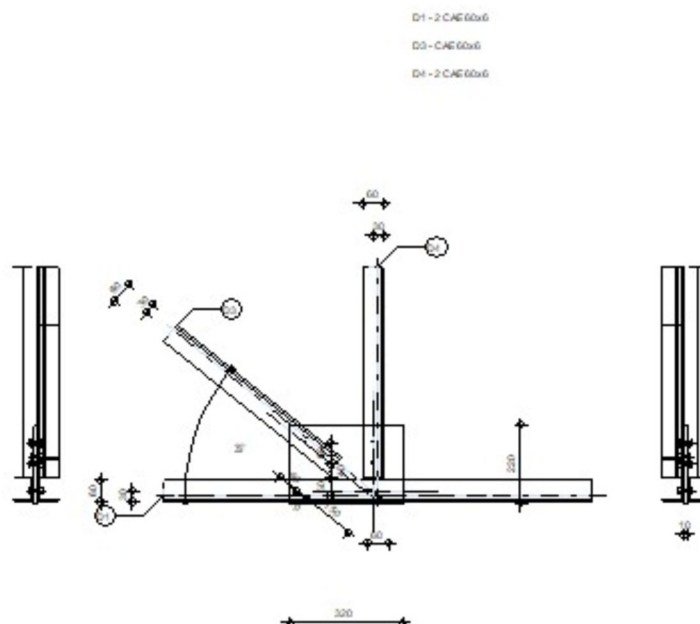
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,63



### GÉNÉRAL

Assemblage N°: 7  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 23  
Barres de la structure: 1, 1, 15, 6,

### GÉOMÉTRIE

### BARRES

		Barre 1-2		Barre 3	Barre 4		
Barre N° :		1		15	6		
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	2 CAE 60x6		
	h	60		60	60		mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60		mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6		mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6		mm
	r	8		8	8		mm
	A	13,82		6,91	13,82		cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel		
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00		MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00		MPa
Angle	α	0,00		39,07	90,00		Deg
Longueur	l	8,08		1,23	8,08		m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
d = 8 [mm]      Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm]      Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa]      Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
n = 2      Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon



Classe = 8.8      Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm]      Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm]      Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa]      Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$       Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm]      Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 150$  [mm]      Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### Barre 4

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8      Classe du boulon  
 $d = 8$  [mm]      Diamètre du boulon  
 $d_0 = 9$  [mm]      Diamètre du trou de boulon  
 $A_s = 0,37$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section efficace du boulon  
 $A_v = 0,50$  [cm<sup>2</sup>]      Aire de la section du boulon  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa]      Limite de plasticité  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa]      Résistance du boulon à la traction  
 $n = 2$       Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
 $e_1 = 40$  [mm]      Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre  
 $e_2 = 30$  [mm]      Distance de l'axe des boulons du bord de la barre  
 $e_c = 50$  [mm]      Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

#### GOUSSET

$l_p = 320$  [mm]      Longueur de la platine  
 $h_p = 220$  [mm]      Hauteur de la platine  
 $t_p = 10$  [mm]      Epaisseur de la platine

#### Paramètres

$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (-90; 90)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 250$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = -6058,39$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = -4780,96$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 1642,49$  [daN] Effort axial  
 $N_{b4,Ed} = -993,66$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1-2

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$$

Pression du boulon sur la barre

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,25$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,25 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 1466,69$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -16,77$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b1,Ed}$

$F_{NSd} = -638,71$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b1,Ed}$

$F_{MSd} = -279,44$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = -638,71$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -279,44$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 697,17$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 1011,28$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x})$

$F_{Rdz} = 1466,69$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -638,71  < 1011,28$	vérifié	(0,63)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -279,44  < 1466,69$	vérifié	(0,19)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$697,17 < 3860,39$	vérifié	(0,18)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -638,71  < 12839,24$	vérifié	(0,05)
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -638,71  < 14611,84$	vérifié	(0,04)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -638,71  < 9244,85$	vérifié	(0,07)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	1930,19 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	3456,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	3456,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_f / \gamma_{M2}$



### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 21,56$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b3,Ed}$

$F_{NSd} = 821,24$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b3,Ed}$

$F_{MSd} = 359,29$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = 821,24$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 359,29$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 896,40$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|821,24| < 3456,00$  **vérifié** (0,24)

$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|359,29| < 3456,00$  **vérifié** (0,10)

$F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $896,40 < 1930,19$  **vérifié** (0,46)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction

[Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette

$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette

$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute

$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|1642,49| < 12839,24$  **vérifié** (0,13)

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|1642,49| < 14611,84$  **vérifié** (0,11)



## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|N_{b3,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |1642,49| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,18)$

## BARRE 4

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1x} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1z} = 6912,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale} \quad F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13 \text{ [mm]}$  Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -13,04 \text{ [daN*m]}$  Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b4,Ed}$

$F_{NSd} = -496,83 \text{ [daN]}$  Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b4,Ed}$

$F_{MSd} = -217,36 \text{ [daN]}$  Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \sum x_i^2$

$F_{x,Ed} = -496,83 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -217,36 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 542,30 \text{ [daN]}$  Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -496,83  < 5760,00$	vérifié	(0,09)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -217,36  < 5760,00$	vérifié	(0,04)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$542,30 < 3860,39$	vérifié	(0,14)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]

$A = 6,91 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la section transversale de la cornière

$A_{net} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_{f4}$

$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_u) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M2}$

$ 0.5 \cdot N_{b4,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -496,83  < 12839,24$	vérifié	(0,04)
$ 0.5 \cdot N_{b4,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -496,83  < 14611,84$	vérifié	(0,03)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M2}$

$ 0.5 \cdot N_{b4,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -496,83  < 9244,85$	vérifié	(0,05)
--	-----------------------	---------	--------

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,63



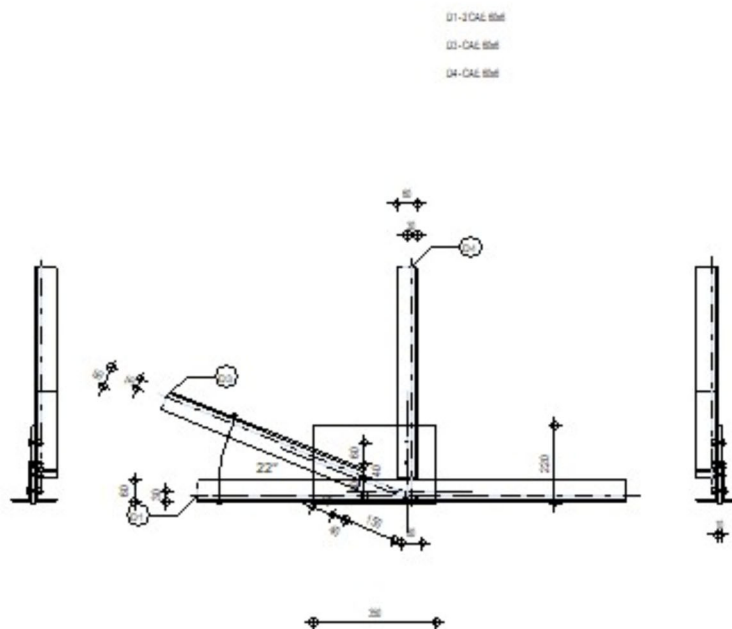
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009



Ratio  
**0,64**



## GÉNÉRAL

Assemblage N°: 8  
 Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
 Noeud de la structure: 22  
 Barres de la structure: 1, 1, 16, 7,

# GÉOMÉTRIE

BARRES

		Barre 1-2		Barre 3	Barre 4		
Barre N° :		1		16	7		
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6	CAE 60x6		
	h	60		60	60		mm
	b <sub>f</sub>	60		60	60		mm
	t <sub>w</sub>	6		6	6		mm
	t <sub>f</sub>	6		6	6		mm
	r	8		8	8		mm
	A	13,82		6,91	6,91		cm2
Matériau :		Steel		Steel	Steel		
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00	235,00		MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00	360,00		MPa
Angle	α	0,00		22,09	90,00		Deg
Longueur	l	8,08		0,82	8,08		m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
d = 8 [mm] Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm] Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa] Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa] Résistance du boulon à la traction  
n = 2 Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 3**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 2 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 150 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

#### Barre 4

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 2 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 50 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

#### GOUSSET

**l<sub>p</sub> =** 350 [mm] **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> =** 220 [mm] **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> =** 10 [mm] **Epaisseur de la platine**

#### Paramètres



$h_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_1 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_2 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_3 = 0$  [mm] Grugeage  
 $h_4 = 0$  [mm] Grugeage  
 $v_4 = 0$  [mm] Grugeage

Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres (-105;90)

$e_V = 20$  [mm] Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_H = 280$  [mm] Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres  
 $e_0 = 0$  [mm] Distance axe membrure hor.  
Matériau: S 235  
 $f_y = 235,00$  [MPa] Résistance

### COEFFICIENTS DE MATÉRIAU

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

### EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = -7362,54$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = -6058,39$  [daN] Effort axial  
 $N_{b3,Ed} = 1406,04$  [daN] Effort axial  
 $N_{b4,Ed} = -552,49$  [daN] Effort axial

### RÉSULTATS

#### BARRE 1-2

##### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$$

Pression du boulon sur la barre

#### Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

#### Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 1011,28$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

#### Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 0,25$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $0,25 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 1466,69$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

##### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -17,12$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b1,Ed}$

$F_{NSd} = -652,08$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b1,Ed}$

$F_{MSd} = -285,28$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = -652,08$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -285,28$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 711,75$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 1011,28$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 1466,69$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -652,08  < 1011,28$	vérifié	(0,64)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -285,28  < 1466,69$	vérifié	(0,19)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$711,75 < 3860,39$	vérifié	(0,18)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 \cdot t_1$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -652,08  < 12839,24$	vérifié	(0,05)
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -652,08  < 14611,84$	vérifié	(0,04)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -652,08  < 9244,85$	vérifié	(0,07)

## BARRE 3

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} =$	1930,19 [daN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$
--------------	---------------	---	---

### Pression du boulon sur la barre

Direction x			
$k_{1x} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bx} =$	1,00	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons	$\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1x} =$	3456,00 [daN]	Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié	
$\alpha_{bz} =$	1,00	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié	
$F_{b,Rd1z} =$	3456,00 [daN]	Résistance d'un boulon en pression diamétrale	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_1 / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13$  [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = 18,45$  [daN\*m] Moment fléchissant réel

$M_0 = N_{b3,Ed}$

$F_{NSd} = 703,02$  [daN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial

$F_{NSd} = N_{b3,Ed}$

$F_{MSd} = 307,57$  [daN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment

$F_{MSd} = M_0 \cdot x_{max} / \Sigma$

$F_{x,Ed} = 703,02$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x

$F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = 307,57$  [daN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z

$F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 767,36$  [daN] Effort tranchant résultant dans le boulon

$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x

$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00$  [daN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z

$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$|F_{x,Ed}| \leq F_{Rdx}$   $|703,02| < 3456,00$  **vérifié** (0,20)

$|F_{z,Ed}| \leq F_{Rdz}$   $|307,57| < 3456,00$  **vérifié** (0,09)

$F_{Ed} \leq F_{vRd}$   $767,36 < 1930,19$  **vérifié** (0,40)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction

[Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37$  [cm<sup>2</sup>] Aire de la section nette

$A_{net} = A - d_0 \cdot t_f$

$N_{u,Rd} = 12839,24$  [daN] Résistance de calcul de la section nette

$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84$  [daN] Résistance de calcul plastique de la section brute

$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y3}) / \gamma_{M2}$

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{u,Rd}$   $|1406,04| < 12839,24$  **vérifié** (0,11)

$|N_{b3,Ed}| \leq N_{pl,Rd}$   $|1406,04| < 14611,84$  **vérifié** (0,10)



## VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A$

$|N_{b3,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |1406,04| < 9244,85 \quad \text{vérifié} \quad (0,15)$

## BARRE 4

### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19 \text{ [daN]}$  Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement

$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1x} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd1z} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$F_{b,Rd2x} = 5760,00 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 * \alpha_b * f_u * d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{vérifié}$

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$



$$\alpha_{bz} > 0,0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{vérifié}$$

$$F_{b,Rd2z} = 5760,00 \text{ [daN]} \quad \text{Résistance d'un boulon en pression diamétrale} \quad F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$e = 13 \text{ [mm]}$  Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons

$M_0 = -7,25 \text{ [daN*m]}$  Moment fléchissant réel  $M_0 = N_{b4,Ed}$

$F_{NSd} = -276,25 \text{ [daN]}$  Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial  $F_{NSd} = N_{b4,Ed}$

$F_{MSd} = -120,86 \text{ [daN]}$  Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment  $F_{MSd} = M_0 \cdot x_{\max} / \sum x_i^2$

$F_{x,Ed} = -276,25 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x  $F_{x,Ed} = F_N$

$F_{z,Ed} = -120,86 \text{ [daN]}$  Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z  $F_{z,Ed} = F_M$

$F_{Ed} = 301,53 \text{ [daN]}$  Effort tranchant résultant dans le boulon  $F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$

$F_{Rdx} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x  $F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$

$F_{Rdz} = 3456,00 \text{ [daN]}$  Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z  $F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ -276,25  < 3456,00$	vérifié	(0,08)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ -120,86  < 3456,00$	vérifié	(0,03)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$301,53 < 1930,19$	vérifié	(0,16)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 = 0,70$  Coefficient de réduction [Tableau 3.8]

$A_{net} = 6,37 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la section nette  $A_{net} = A - d_0 \cdot t_{f4}$

$N_{u,Rd} = 12839,24 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section nette  $N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u4}) / \gamma_{M2}$

$N_{pl,Rd} = 14611,84 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul plastique de la section brute  $N_{pl,Rd} = (0,9 \cdot A \cdot f_{y4}) / \gamma_{M2}$

$ N_{b4,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	$ -552,49  < 12839,24$	vérifié	(0,04)
$ N_{b4,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	$ -552,49  < 14611,84$	vérifié	(0,04)

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILLEMENT DE BLOC

$A_{nt} = 1,53 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire nette de la zone de la section en traction

$A_{nv} = 5,19 \text{ [cm}^2\text{]}$  Aire de la zone de la section soumise au cisaillement

$V_{effRd} = 9244,85 \text{ [daN]}$  Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous  $V_{effRd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$

$ N_{b4,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ -552,49  < 9244,85$	vérifié	(0,06)
------------------------------	-----------------------	---------	--------

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,64



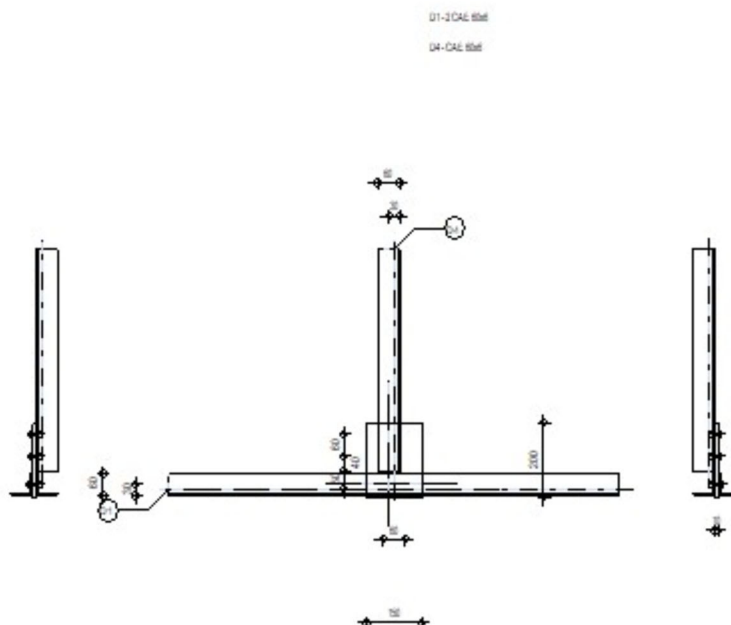
Robot Structural Analysis Professional 2025

## Calcul de l'assemblage au gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

OK

Ratio  
0,02



## GÉNÉRAL

Assemblage N°: 9  
Nom de l'assemblage: Gousset - noeud membrure de treillis  
Noeud de la structure: 21  
Barres de la structure: 1, 1, 8,

## GÉOMÉTRIE

## BARRES

		Barre 1-2		Barre 4			
Barre N° :		1		8			
Profilé :		2 CAE 60x6		CAE 60x6			
	h	60		60			mm
	b <sub>f</sub>	60		60			mm
	t <sub>w</sub>	6		6			mm
	t <sub>f</sub>	6		6			mm
	r	8		8			mm
	A	13,82		6,91			cm <sup>2</sup>
Matériau :		Steel		Steel			
	f <sub>y</sub>	235,00		235,00			MPa
	f <sub>u</sub>	360,00		360,00			MPa
Angle	α	0,00		90,00			Deg
Longueur	l	8,08		8,08			m

## **BOULONS**

### **Barre 1-2**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

Classe = 8.8 Classe du boulon  
d = 8 [mm] Diamètre du boulon  
d<sub>0</sub> = 9 [mm] Diamètre du trou de boulon  
A<sub>s</sub> = 0,37 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section efficace du boulon  
A<sub>v</sub> = 0,50 [cm<sup>2</sup>] Aire de la section du boulon  
f<sub>yb</sub> = 640,00 [MPa] Limite de plasticité  
f<sub>ub</sub> = 800,00 [MPa] Résistance du boulon à la traction  
n = 2 Nombre de colonnes des boulons  
Espacement des boulons 60 [mm]  
e<sub>2</sub> = 30 [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

### **Barre 4**

Le plan de cisaillement passe par la partie NON FILETÉE du boulon

**Classe =** 8.8 **Classe du boulon**  
**d =** 8 [mm] **Diamètre du boulon**  
**d<sub>0</sub> =** 9 [mm] **Diamètre du trou de boulon**  
**A<sub>s</sub> =** 0,37 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section efficace du boulon**  
**A<sub>v</sub> =** 0,50 [cm<sup>2</sup>] **Aire de la section du boulon**  
**f<sub>yb</sub> =** 640,00 [MPa] **Limite de plasticité**  
**f<sub>ub</sub> =** 800,00 [MPa] **Résistance du boulon à la traction**  
**n =** 2 **Nombre de colonnes des boulons**  
**Espacement des boulons** 60 [mm]  
**e<sub>1</sub> =** 40 [mm] **Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre**  
**e<sub>2</sub> =** 30 [mm] **Distance de l'axe des boulons du bord de la barre**  
**e<sub>c</sub> =** 50 [mm] **Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres**

### **GOUSSET**

**l<sub>p</sub> =** 150 [mm] **Longueur de la platine**  
**h<sub>p</sub> =** 200 [mm] **Hauteur de la platine**  
**t<sub>p</sub> =** 10 [mm] **Epaisseur de la platine**

### **Paramètres**

**h<sub>1</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>1</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>2</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>2</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>3</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>3</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**h<sub>4</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**  
**v<sub>4</sub> =** 0 [mm] **Grugeage**

**Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres** (0;80)

**e<sub>v</sub> =** 20 [mm] **Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres**  
**e<sub>H</sub> =** 75 [mm] **Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres**  
**e<sub>0</sub> =** 0 [mm] **Distance axe membrure hor.**

**Matériau:** S 235

**f<sub>y</sub> =** 235,00 [MPa] **Résistance**

### **COEFFICIENTS DE MATÉRIAU**

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficient de sécurité partiel [2.2]

## EFFORTS

Cas: 81: COMB40 1\*1.35+41\*1.50

$N_{b1,Ed} = -7362,54$  [daN] Effort axial  
 $N_{b2,Ed} = -7362,54$  [daN] Effort axial  
 $N_{b4,Ed} = 81,61$  [daN] Effort axial

## RÉSULTATS

### BARRE 1-2

#### RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 3860,39$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 6912,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 6912,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

#### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 0,44$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $0,44 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$



$\alpha_{bx} > 0.0$	$1,00 > 0,00$	vérifié
$F_{b,Rd2x} = 1011,28$ [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d$		
Direction z		
$k_{1z} = 2,50$	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	$2,50 > 0,00$	vérifié
$\alpha_{bz} = 0,25$	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$	$0,25 > 0,00$	vérifié
$F_{b,Rd2z} = 1466,69$ [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_1 / \gamma_{M2}$		

### VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

#### cisaillement des boulons

$F_{NSd} = 0,00$ [daN]	Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial	$F_{NSd} = N_{b1,Ed}/n$	
$F_{x,Ed} = 0,00$ [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x	$F_{x,Ed} = F_{NSd}$	
$F_{z,Ed} = 0,00$ [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z	$F_{z,Ed} = F_{MSd}$	
$F_{Ed} = 0,00$ [daN]	Effort tranchant résultant dans le boulon	$F_{Ed} = \sqrt{(F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2)}$	
$F_{Rdx} = 1011,28$ [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$	
$F_{Rdz} = 1466,69$ [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$	
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 0,00  < 1011,28$	<b>vérifié</b>	(0,00)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 0,00  < 1466,69$	<b>vérifié</b>	(0,00)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	$0,00 < 3860,39$	<b>vérifié</b>	(0,00)

### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A =$	6,91 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section transversale de la cornière	
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 \cdot t_{f1}$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_{u1}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 \cdot A \cdot f_{y1}) / \gamma_{M2}$
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{u,Rd}$		$ 0,00  < 12839,24$	<div>vérifié</div> <div>(0,00)</div>
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$		$ 0,00  < 14611,84$	<div>vérifié</div> <div>(0,00)</div>

### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous $V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}$	
$ 0.5 \cdot N_{b1,Ed}  \leq V_{effRd}$	$ 0,00  < 9244,85$	vérifié	(0,00)

### BARRE 4

## RÉSISTANCE DES BOULONS

$F_{v,Rd} = 1930,19$  [daN] Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement  $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la barre

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1x} = 3456,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd1z} = 3456,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

### Pression du boulon sur la platine

Direction x

$k_{1x} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_1 = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1x} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bx} = 1,00$  Coefficient dépendant de l'espacement des boulons  $\alpha_{bx} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bx} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2x} = 5760,00$  [daN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou  $F_{b,Rd2x} = k_1 \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d$

Direction z

$k_{1z} = 2,50$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$

$k_{1z} > 0.0$   $2,50 > 0,00$  **vérifié**

$\alpha_{bz} = 1,00$  Coefficient pour le calcul de  $F_{b,Rd}$   $\alpha_{bz} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), f_{ub}/f_u, 1]$

$\alpha_{bz} > 0.0$   $1,00 > 0,00$  **vérifié**

$F_{b,Rd2z} = 5760,00$  [daN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale  $F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

## VÉRIFICATION DE L'ASSEMBLAGE POUR LES EFFORTS AGISSANT SUR LES BOULONS

### cisaillement des boulons

$e =$	13 [mm]	Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons	
$M_0 =$	1,07 [daN*m]	Moment fléchissant réel	$M_0 = N_{b4,Ed}$
$F_{NSd} =$	40,81 [daN]	Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial	$F_{NSd} = N_{b4,Ed}$
$F_{MSd} =$	17,85 [daN]	Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment	$F_{MSd} = M_0 * x_{max} / \Sigma$
$F_{x,Ed} =$	40,81 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x	$F_{x,Ed} = F_N$
$F_{z,Ed} =$	17,85 [daN]	Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z	$F_{z,Ed} = F_M$
$F_{Ed} =$	44,54 [daN]	Effort tranchant résultant dans le boulon	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$
$F_{Rdx} =$	3456,00 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$
$F_{Rdz} =$	3456,00 [daN]	Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	40,81  < 3456,00	vérifié	(0,01)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	17,85  < 3456,00	vérifié	(0,01)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$	44,54 < 1930,19	vérifié	(0,02)

#### VÉRIFICATION DE LA SECTION DE LA POUTRE AFFAIBLIE PAR LES TROUS

$\beta_2 =$	0,70	Coefficient de réduction	[Tableau 3.8]
$A_{net} =$	6,37 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la section nette	$A_{net} = A - d_0 * t_{f4}$
$N_{u,Rd} =$	12839,24 [daN]	Résistance de calcul de la section nette	$N_{u,Rd} = (\beta_2 * A_{net} * f_{u4}) / \gamma_{M2}$
$N_{pl,Rd} =$	14611,84 [daN]	Résistance de calcul plastique de la section brute	$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y4}) / \gamma_{M2}$
$ N_{b4,Ed}  \leq N_{u,Rd}$	81,61  < 12839,24	vérifié	(0,01)
$ N_{b4,Ed}  \leq N_{pl,Rd}$	81,61  < 14611,84	vérifié	(0,01)

#### VÉRIFICATION DE LA BARRE POUR LE CISAILEMENT DE BLOC

$A_{nt} =$	1,53 [cm <sup>2</sup> ]	Aire nette de la zone de la section en traction	
$A_{nv} =$	5,19 [cm <sup>2</sup> ]	Aire de la zone de la section soumise au cisaillement	
$V_{effRd} =$	9244,85 [daN]	Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous	$V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv} / \gamma_{M2}$
$ N_{b4,Ed}  \leq V_{effRd}$	81,61  < 9244,85	vérifié	(0,01)

**Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme**

Ratio 0,02