Vérification des Boulons d'Assemblage

Tribune Sud Matmut Stadium 2014 Section Pied N°13

Sur le plan réglementaire, la qualité requise pour un boulon est la résistance au cisaillement, ou la résistance à la traction, ou encore la résistance à l'interaction cisaillement-traction.
S'ajoute aussi les vérifications pour les pièces assemblées : pression diamétrale et section nette (pour éléments tendus).

CAPACITÉ DES BOULONS

Selon les Eurocodes, les résistances de calcul individuelles pour les boulons sollicités au cisaillement ou à la traction (tableau 21 p. 61) sont les suivantes :

Résistance au cisaillement par plan de cisaillement

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v . f_{ub} . A}{\gamma_{M2}}$$

Lorsque le plan de cisaillement passe par la partie filetée du boulon :
A = As, c'est-à-dire l'aire de la section résistante en traction du boulon.
De plus :
- α_v = 0,6 pour les classes 4.6, 5.6 et 8.8
- α_v = 0,5 pour les classes 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9.

Lorsque le plan de cisaillement passe par la partie lisse (non filetée) du boulon :
A = aire de la section brute du boulon
α_v = 0,6

Résistance à la traction

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 . f_{ub} . As}{\gamma_{M2}}$$

Avec k_2 = 0,63 pour un boulon à tête fraisée, sinon = 0,9

Cisaillement et traction combinés
On vérifie :

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 . F_{t,Rd}} \leq 1$$

Attention ces efforts sont les efforts maxima admissibles pour un type et un diamètre de boulons en fonction de la direction de l'effort appliqué.

Suivent les vérifications pour les pièces assemblées : pression diamétrale et section nette des pièces de liaison type platines, goussets, cornières, etc. qui par leurs dimensions, leur souplesse vont minimiser la capacité de chaque boulon et donc des attaches dans leur globalité.

Ces conditions, sources de réduction de capacité, sont trop nombreuses et trop variées pour être listées dans cet ouvrage ; le projeteur doit donc être vigilant quant à l'utilisation des tableaux de capacité.

Tableau 21

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT PAR BOULON SUR TIGE FILETÉE ET PAR PLAN DE CISAILLEMENT (en daN)

Diamètre de boulon d (mm)		8	10	12	14	16	18	20	22	24
Diamètre du trou d_o (mm)		9	11	13	16	18	20	22	24	26
Aire de résistance en traction du boulon A_S (mm²)		36,6	58	84,3	115,0	157	192,0	245	303	353
Résistance au cisaillement par boulon et par plan de cisaillement $F_{v,Rd}$	Classe									
	4.6	703	1 110	1 620	2 210	3 010	3 690	4 700	5 820	6 780
	5.6	878	1 390	2 020	2 760	3 770	4 610	5 880	7 270	8 470
	6.8	878	1 390	2 020	2 760	3 770	4 610	5 880	7 270	8 470
	8.8	1 410	2 230	3 240	4 420	6 030	7 370	9 410	11 600	13 600
	10.9	1 460	2 320	3 370	4 600	6 280	7 680	9 800	12 100	14 100



cisaillement dans la partie filetée du boulon

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT PAR BOULON SUR TIGE LISSE ET PAR PLAN DE CISAILLEMENT (en daN)

Diamètre de boulon d (mm)		8	10	12	14	16	18	20	22	24
Diamètre du trou d_o (mm)		9	11	13	16	18	20	22	24	26
Aire de la section brute du boulon A (mm²)		50,3	78,5	113,1	153,9	201,1	254,5	314,2	380,1	452,4
Résistance au cisaillement par boulon et par plan de cisaillement $F_{v,Rd}$	Classe									
	4.6	965	1 510	2 170	2 960	3 860	4 890	6 030	7 300	8 690
	5.6	1 210	1 880	2 710	3 690	4 830	6 110	7 540	9 120	10 900
	6.8	1 450	2 260	3 260	4 430	5 790	7 330	9 050	10 950	13 000
	8.8	1 930	3 020	4 340	5 910	7 720	9 770	12 100	14 600	17 400
	10.9	2 410	3 770	5 430	7 390	9 650	12 200	15 100	18 200	21 700

RÉSISTANCE À LA TRACTION PAR BOULON TÊTE NON FRAISÉE (en daN)

Diamètre de boulon d (mm)		8	10	12	14	16	18	20	22	24
Diamètre du trou d_o (mm)		9	11	13	16	18	20	22	24	26
Aire de résistance en traction du boulon A_S (mm²)		36,6	58	84,3	115,0	157	192,0	245	303	353
Résistance à la traction $F_{t,Rd}$	Classe									
	4.6	1 050	1 670	2 430	3 310	4 520	5 530	7 060	8 730	10 200
	5.6	1 320	2 090	3 030	4 140	5 650	6 910	8 820	10 900	12 700
	6.8	1 580	2 510	3 640	4 970	6 780	8 290	10 600	13 100	15 200
	8.8	2 110	3 340	4 860	6 620	9 040	11 100	14 100	17 500	20 300
	10.9	2 640	4 180	6 070	8 280	11 300	13 800	17 600	21 800	25 400



Assemblage des platines par 4 boulons M10 qualité 8.8 zingués.

soit $F_{v,Rd}$ = 2230 daN pour 1 boulon

$F_{t,Rd}$ = 3340 daN pour 1 boulon

on vérifie : $F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ et $F_{t,Ed} < F_{t,Rd}$ pour 2 boulon effectifs

on vérifie : $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4.F_{t,Rd}} \leq 1$ pour 2 boulon effectifs

avec :

	FX (daN)	FZ (daN)	Cisaillement	Traction	$2*\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4.F_{t,Rd}}*2$
Nœud/Cas	$F_{v,Ed}$	$F_{t,Ed}$	$F_{v,Ed} < 2*F_{v,Rd}$	$F_{t,Ed} < 2*F_{t,Rd}$	
ACC/18	865,05	0,00	OK	OK	0,19
ACC/10	1 015,93	0,00	OK	OK	0,23
ACC/14	761,24	552,25	OK	OK	0,23
ELS:CAR/2	166,15	0,00	OK	OK	0,04

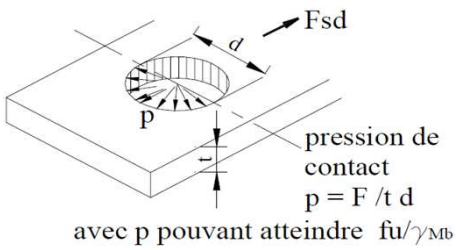
Résistance à la pression diamétrale :

t = épaisseur de la pièce (10mm)
d = diamètre du boulon (10mm)
γ_{Mb} = 1,25

p = pression diamétrale
F = Fx (N)
F_u = 360 Mpa (S235)

pour 2 boulon effectifs

	FX (daN)			
Nœud/Cas	$F_{v,Ed}$	p (2 boulons)	F_u/γ_{Mb}	$p < F_u/\gamma_{Mb}$
ACC/18	865,05	43,25 MPa	288 MPa	OK
ACC/10	1 015,93	50,80 MPa	288 MPa	OK
ACC/14	761,24	38,06 MPa	288 MPa	OK
ELS:CAR/2	166,15	8,31 MPa	288 MPa	OK



avec p pouvant atteindre fu/γ_{Mb}