

Calcul des boulons.

MATIERES POUR LA BOULONNERIE / ACIERS ET ALLIAGES FERREUX
Compositions et propriétés mécaniques

Comparaison entre les principales normes • Vergelijking tussen de voornaamste normen •						
Grandes catégories Voornaamste categorieën Main categories	Code ISO et classes ISO Code en klassen ISO Code and classes	DIN (Allemagne) (Duitsland) (Germany)		NBN (Belgique) (België) (Belgium)	AISI (U.S.A.)	AFNOR (France) (Frankrijk) (France)
		DIN 17006	DIN 17007 (N° matières Stof - Material)			
Matières pour assurer les diverses propriétés mécaniques, jusqu'aux plus hautes résistances	3.6	St. 34.2	1.0151	A 320	1008	A 34
	4.6	U. St. 37.2 St. 37	1.0112 1.0120	AE 235	1009	E 24
	4.8	U. St. 38.2	1.0217	AE 235	1009	E 24
Materiaal voor de diverse mechanische eigenschappen tot de hoogste weerstand	5.6	Cq 22 Cq 35 C45	1.0612 1.0652 1.0503	C 25.2 C 35.1 C 45.1	1023 1035 1043	XC 25 XC 38 XC 42
	5.8	Cq 35 K QS 20 K	1.0652 1.0711	C 35.2 SS Ledloy	1035	XC 38 E26 - 1Pb
	6.6	Cq 35 Cq 45	1.0652 1.0722	C 35.1 C 45.1	1035 1043	XC 38 XC 42
Materials to obtain the different mechanical properties, up to the highest tensile.	6.8	C 35 K	1.0501	C 35.1	1035	XC 38
	6.9	Cq 35 K	1.0652	C 35.2	1035	XC 38
	8.8	Cq 35 Cq 45 34 Cr 4	1.0652 1.7022 1.7033	C 35.2 C 45.2 34 Cr 4	1030 1045 5130 H 32 C 4	XC 38 XC 42 XC 42 32 C 4
10.9	41 Cr 4 42 Cr Mo 4	1.7035 1.7225	41 Cr 4 42 Cr Mo 4	5135 H 42 C 4 42 CD 4	5130 H 4137 H 42 CD 4	XC 38 XC 42 42 C 4 42 CD 4
	42 Cr V6 42 Cr Mo4 34 Cr Ni Mo6	1.7561 1.7225 1.6582	42 Cr Mo 4 35 Cr Ni Mo 6	42 CD 4 35 NCD 6	4137 H 4337	42 CD 4 35 NCD 6
	36 Cr Ni Mo4 34 Cr Ni Mo6	1.6511 1.6582	35 Cr Ni Mo 6	9840 35 NCD 6	9840 4337	35 NCD 6 35 NCD 6

Prop. mécan. • Mechan. eigenschappen • Mech. prop.	Compos. chim. en % du poids • Chem. samens. (% van het gewicht) • Chem. compos. (% of weight) •													
	Résistance à la traction Trekweerstand Tensile strength σ_B N/mm ²	Limite élastique Elasticiteitsgrens Yield strength N/mm mini	Allongement Rek Elongation δ 5 % min.	Résilience Kerfslag-sterkte Resilience Nm/cm ²	C	Si	Mn	P max	S max	Cr	Mo	Ni	Ti	Divers Andere Divers
349-490	200	—	25	—	≤ 0.17	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—
400-550	240	—	25	—	≤ 0.20	—	0.08	—	—	—	—	—	—	—
400-550	320	—	14	—	≤ 0.24	—	0.063	0.063	—	—	—	—	—	N ≤ 0.009
500-700	300	—	20	50	0.22 0.35 0.45	0.25 0.25 0.25	0.45 0.55 0.65	0.040 0.040 0.045	—	—	—	—	—	—
500-700	400	—	10	—	0.35 ≤ 0.13 0.45	0.25 ≤ 0.05 0.25	0.55 0.90 0.65	0.040 0.100 0.045	—	—	—	—	—	—
600-800	360	—	16	40	0.35 0.45	0.25 0.25	0.55 0.65	0.040 0.045	—	—	—	—	—	—
600-800	480	—	8	—	0.35	0.25	0.55	variable	—	—	—	—	—	—
600-800	—	540	12	30	0.35	0.25	0.55	0.040	—	—	—	—	—	—
800-1000	—	640	12	60	0.35 0.45	0.25 0.25	0.55 0.65	0.040 0.045	—	—	—	—	—	—
1000-1200	—	900	9	40	0.34 0.41 0.42	0.28 0.27 0.27	0.75 0.70 0.70	0.035 0.035 0.035	1.05	0.22	—	—	—	—
1200-1400	—	1080	8	30	0.42 0.42	0.25 0.27	0.70 0.55	0.035 0.035	1.55	—	—	—	—	V = 0.095
1400-1600	—	1260	7	30	0.36 0.34	0.27 0.27	0.70 0.55	0.035 0.035	1.05	0.22	1.05	1.55	—	—

TABLEAUX DES CHARGES

VALEURS RELATIVES AUX ACIERS (CLASSES 4.6 A 12.9)

Diamètre de la vis d	Pas h	Diamètre du noyau d1	Section de tension	Diamètre théorique à flanc d²	Charge possible en fonction de la limite élastique minimale Calculée sur la section de tension (1) (en kg)				
					4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
Schroef-diameter d	Spoed h	Kern diameter d1	Spanningsectie	Theoret. flank Ø d²	Toelaatbare belasting in verband met de minimale elasticiteitsgrens (in kg) (1)				
			Stress area		Acceptable load as to minimum yield strength based on stress area (in kg) (1)				
Screw diameter d	Pitch h	Minor diameter d1	$\frac{\pi}{16} (d^1 + d^2)^2$	Theoric pitch diameter d²					
			Fs mm²		4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
M6	1	4,773	20,1	5,350	480	603	1286	1809	2171
M8	1,25	6,466	36,6	7,188	788	1098	2342	3294	3953
M10	1,5	8,160	58	9,026	1390	1740	3712	5220	6264
M12	1,75	9,853	84,3	10,863	2023	2529	5395	7587	9104
M14	2	11,546	115	12,701	2760	3450	7360	10350	12420
M16	2	13,546	157	14,701	3768	4710	10048	14130	16956
M18	2,5	14,933	192	16,376	4608	5760	12288	17280	20736
M20	2,5	16,933	245	18,376	5880	7350	15680	22050	26450
M22	2,5	18,933	303	20,376	7272	9090	19392	27270	32724
M24	3	20,319	353	22,051	8472	10590	22592	31770	38124
M27	3	23,319	459	25,051	11016	13770	29376	41310	49572
M30	3,5	25,706	561	27,727	13464	16830	35904	50490	60588
M33	3,5	28,706	694	30,727	16656	20820	44416	62460	74952
M36	4	31,093	817	33,402	19608	24510	52288	73350	88236
M39	4	34,093	976	36,402	23424	29289	62464	87840	105408
M42	4,5	36,479	1120	39,077	26880	33600	71680	100800	120960
M45	4,5	39,479	1300	42,077	31200	39000	83200	117000	140400
M48	5	41,866	1470	44,752	35280	44100	94080	132300	158760
M52	5	45,866	1760	48,752	42240	52800	112640	158400	190080

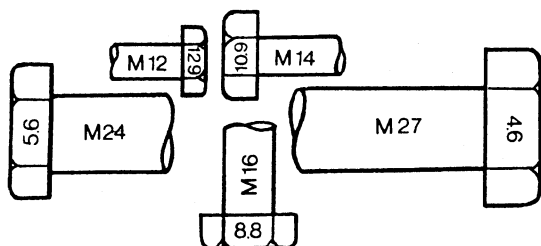
(1) Le tableau des charges est basé sur une section de travail Fs calculée sur la moyenne des diamètres du noyau.

REMARQUE :

Voir les couples Ma au tableau ad hoc

→ obtenu par
 $P = F_s * \sigma_{0,2}$
 $F_s =$ section de tension.
 $\sigma_{0,2} =$ limite élastique

CHOIX DU Ø DES BOULONS VERGELIJKBARE BOUTEN Ø DIAMETER SECTION FOR BOLTS



Contrôlez au tableau et vous constaterez que l'un vaut l'autre.

Voyez où est votre intérêt!

Note : Toutes les valeurs kg (kilos), T (tonnes) et Ma (couple de serrage) doivent être normalement converties en Newton selon la formule: 1 kg = 9,81 N = 10 N.

COEFFICIENT DE FRICTION UTILISE : $\mu = 0,14$

Remarque générale : Ces valeurs dépendent de la qualité des vis, du coefficient global de friction et du pourcentage d'utilisation de la limite élastique minimale normalisée. Le coefficient global de friction est fonction à son tour de l'état de lubrification des vis, de la rugosité de surface des pièces à assembler, des longueurs filetées en contact, de la rapidité du serrage, voire de la température.

Modification de Ma (couple de serrage) en fonction de μ (coefficient de friction)

μ	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,25	0,30
Ma %	77	89	100	110	118	133	147	157

**FORCES
DE PRECONTRAINTE
(P_V en kg)
ET COUPLES
DE SERRAGE
(M_a en kgm)**

Les charges de précontrainte P_V (en kg) et les couples de serrage M_a (en kgm) figurant ci-dessous sont des valeurs indicatives pour le filetage métrique normal DIN 13 et pour des vis à tête suivant DIN 912, 931, 933, 6912, 7984, 7990. Elles impliquent que la limite élastique des vis a été utilisée à 90 %. Le coefficient de friction sur lequel la formule se base est de 0,14 et s'applique à des vis neuves, sans revêtement spécial, non graissées.

NB.

1. Dans les cas extrêmes (par exemple quand il s'agit de vis lubrifiées au MoS₂ et d'éléments d'assemblage cadmiés des deux côtés), il y a lieu de réduire de 20 % maximum les valeurs M_a ci-après.
2. Pour obtenir les valeurs ci-dessous en Newton (N et N/m), il faut les multiplier par 10 (dix). Plus précisément: 1 Kg = 9,81 N soit 10 N.

Couple de serrage (M_a)

Formule

$$M_a = P_v \cdot \frac{d_2}{2} (\mu' + \tan \alpha + \frac{D+d}{2d_2} \mu'') \sqrt{1 + 16L^2 \mu + T \rho \alpha^2}$$

dans laquelle

M_a = couple de serrage

P_V = précontrainte

P_V = η · F · σ_{0,2}

où nous avons:

η = % d'utilisation de la limite élastique

F = section de tension

σ = limite élastique

d₂ = Ø à flanc du filet

μ' = coefficient de friction entre les filets mâle et femelle

α = angle du pas du filet

$$\tan \alpha = \frac{h}{d_2 \pi}$$

h = pas du filet

D = Ø de la tête de vis ou ouverture de clé (si vis à 6 pans)

d = Ø extérieur du filet

μ'' = coefficient de friction entre l'assise de tête et la surface de la pièce à serrer.

terme dû à la torsion de la vis.

NB. Les couples de serrage obtenus par cette formule s'appliquent à des vis dont l'assise de tête est plane. Pour les vis à «tête fraisée» (90°), il y a lieu d'appliquer des couples augmentés d'environ 20 %. Quoi qu'il en soit, les valeurs obtenues sont d'ordre indicatif, vu les dispersions possibles dues à des facteurs divergents dans la formule.

Ø	Classes de matières d'après DIN 267 et ISO — Kwaliteitsklassen volgens DIN 267 en ISO Classes of material as per DIN 267 and ISO												Clé SW Key width mm
	3.6/4.6		5.6		6.9		8.8		10.9		12.9		
	P _V kg	M _a kgm	P _V kg	M _a kgm	P _V kg	M _a kgm	P _V kg	M _a kgm	P _V kg	M _a kgm	P _V kg	M _a kgm	
M 2	29	0.0125	38.5	0.0165	74.5	0.032	88	0.038	124	0.053	149	0.064	4
M 2,3	41.5	0.02	56.5	0.027	107	0.052	127	0.061	179	0.086	214	0.103	4.5
M 2,6	53.5	0.029	71.5	0.038	138	0.074	163	0.088	229	0.123	275	0.148	5
M 3	74	0.045	98.5	0.060	190	0.115	225	0.137	317	0.192	380	0.23	5.5
M 3,5	99	0.069	132	0.092	255	0.177	302	0.21	425	0.295	510	0.355	6
M 4	128	0.102	171	0.137	329	0.265	390	0.31	548	0.44	658	0.525	7
M 5	210	0.20	279	0.27	539	0.52	638	0.615	898	0.865	1080	1.04	8-9
M 6	296	0.35	394	0.46	760	0.89	901	1.05	1265	1.80	1520	1.80	10
M 7	432	0.57	576	0.76	1110	1.45	1320	1.75	1855	2.5	2220	2.9	11-12
M 8	542	0.84	723	1.1	1395	2.2	1655	2.6	2320	3.6	2790	4.3	13-14
M 10	864	1.7	1150	2.2	2220	4.3	2630	5.1	3700	7.2	4440	8.7	15-17
M 12	1260	2.9	1680	3.9	3240	7.5	3840	8.9	5400	12.5	6480	15.0	19-21
M 14	1730	4.6	2310	6.2	4450	11.9	5270	14.1	7410	19.8	8900	24.0	22-23
M 16	2380	7.1	3170	9.5	6120	18.2	7260	21.5	10200	30.5	12500	36.5	24-26
M 18	2890	9.7	3860	13.0	7440	25.0	8820	29.5	12400	42.0	14900	50.0	27
M 20	3720	13.8	4960	18.4	9750	35.5	11350	42.0	15950	59.0	19150	71.0	30
M 22	4650	18.6	6200	25.0	11950	48.0	14200	57.0	19950	80.0	23900	96.0	32
M 24	5360	23.5	7140	31.5	13800	61.0	16350	72.5	23000	102	27600	122	36
M 27	7060	35.0	9410	47.0	18150	90.5	21500	107	30200	151	36300	181	41
M 30	8570	47.5	11450	63.5	22000	123	26100	145	36700	205	44100	245	46
M 33	10700	64.5	14250	86.5	27500	168	32600	197	45800	277	55000	333	50
M 36	12550	83.0	16750	111	32300	214	38200	253	53800	356	64500	428	55
M 39	15100	108	20100	178	38800	277	46000	329	64600	462	77600	555	60
M 42	17250	133	23000	214	44400	343	52600	407	74000	572	88800	686	65
M 45	20200	167	27000	222	52000	429	61600	509	86700	715	104000	858	70
M 48	22700	202	30300	269	58500	518	69300	614	97500	864	117000	1035	75
M 52	27300	259	36400	346	70200	667	83200	790	117000	1110	140500	1335	80
M 56	31500	323	42000	431	80900	831	95900	984	135000	1385	162000	1660	85
M 60	36800	401	49100	535	94600	1030	112000	1220	157500	1720	189000	2060	90
M 64	41600	483	55500	643	107000	1240	127000	1470	178500	2070	214000	2480	95

AMELIORATION DU TRACE DES BOULONS

Le filetage est source de concentration de contraintes importantes (de l'ordre de 3 à 4 fois la contrainte qui existerait sans le filetage). Dès lors, on essaiera d'améliorer le traçé des vis et écrous, afin de diminuer leur risque de rupture.

Pour ce faire, on devra essayer de ne pas entailler la pièce.

Lors de la conception, cela se traduit par un diamètre à fond de filet nettement supérieur au diamètre du fût de la vis (Fig. B-1); pour que cette dernière mesure apporte son plein effet, il ne faut pas que les premiers filets soient en prise (Fig. B-2).

Lors de la fabrication, on aura avantage à comprimer les fibres superficielles et non à enlever de la matière. D'où l'intérêt des filets roulés et non tranchés.

Le traçé de la Fig. B-3 est utilisé lorsque la vis est soumise à fatigue (par exemple les vis de chapeaux de bielle dans les moteurs à combustion interne).

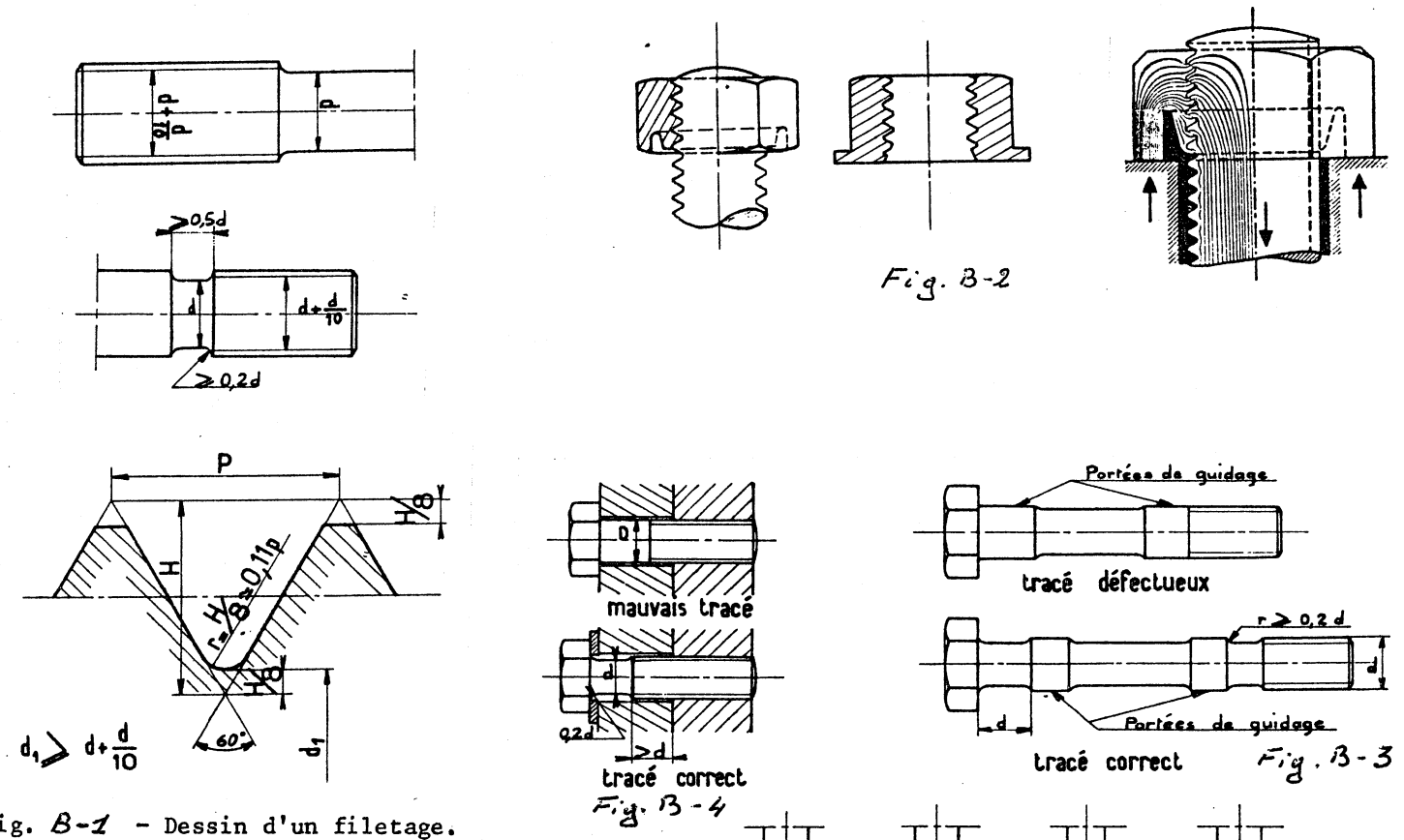


Fig. B-1 - Dessin d'un filetage.

Tracé courant Tracés améliorés
e. goujons

Fig. B-5 - Pièces filetées.