

On rappelle les relations relatives aux éléments filetés de diamètre nominal  $d$  et de pas  $p$ .  
 Le diamètre équivalent est calculé par :

$$d_{eq} = d - 0.9382p$$

Dans une liaison hélicoïdale de coefficient de frottement  $f$ , le couple axial  $C_1$  est relié à la force axiale  $F_0$  par :

$$C_1 = F_0 \left( \frac{p}{2\pi} + \frac{fd_2}{2 \cos \beta} \right) \quad \text{où } \beta = 30^\circ \quad \text{et } d_2 = d - 0.6495p$$

On souhaite déterminer le couple de serrage maximum que peut subir une vis M24-pas 3 (tête H) de classe de qualité 6.9 munie d'une rondelle.

Le coefficient de frottement entre la vis et la pièce assemblée et entre la rondelle et la pièce assemblée est  $f = 0.15$ .

Le trou de passage de vis dans les pièces assemblées est de série fine.

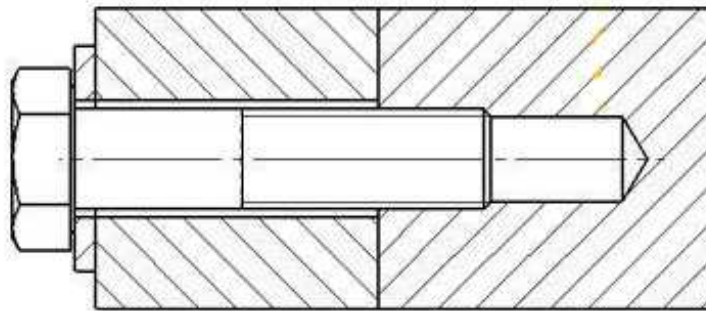


FIGURE 1 – Vis M24-pas 3 (tête H) munie d'une rondelle (aucune cote ne doit être relevée sur ce dessin).

- 1) Calculez les diamètres  $d_2$  et  $d_{eq}$  de la vis. .... [0.75]
- 2) Etablissez l'équation entre la contrainte équivalente de Von-Mises et l'effort axial dans la vis  $\sigma_{eq} = KF_0$  et calculez numériquement  $K$ .  
 Déterminez alors la force maximum  $F_0$  supportable par la vis. .... [4]
- 3) Dans les documents fournis, relevez les cotes de la surface de contact entre la rondelle et la pièce assemblée ; En déduire le rayon d'action  $R_a$  au niveau de cette surface.  
 On considérera par la suite que, lors du serrage de la vis, c'est cette surface qui frotte et non la surface entre la tête de vis et la rondelle. .... [0.75]
- 4) On choisit d'appliquer l'effort axial  $F_0 = 50$  kN.  
 Calculez le couple axial  $C_1$  dans la liaison hélicoïdale entre la vis et la pièce assemblée.  
 Calculez le couple axial  $C_2$  dans la liaison appui-plan entre la rondelle et la pièce assemblée.  
 En déduire le couple de serrage  $C_s$  de la vis.  
 Calculez alors les contraintes de traction, de cisaillement et équivalente dans la vis ainsi que le coefficient de sécurité  $s$ .  
 Calculez la pression moyenne au niveau de la surface de contact entre la tête de vis et la rondelle. [4.5]

5) Précisez les cotes de l'ajustement 120H9e8.

Précisez la valeur des jeux maxi et mini et indiquez s'il s'agit d'un jeu ou d'un serrage. .... [2.5]

6) Réalisez (sur la FIG. 6) les chaînes de cotes des jeux  $J_a$  et  $J_b$  . .... [2.5]

On donne les composantes des efforts intérieurs dans la section droite d'un arbre épaulé de diamètres  $d = 30$  et  $D = 37.5$  (rayon de raccordement  $r = 1.5$ ).

Effort normal : $N = 8\,000\text{ N}$	
Moment de torsion : $M_T = 248\text{ N.m}$	Moment fléchissant : $M = 300\text{ N.m}$

7) Déterminez les coefficients de concentration de contrainte en traction, flexion et torsion. Vous précisez les points utilisés sur les graphes qui seront rendus.

Calculez les contraintes nominales de traction, de flexion et de torsion.

Calculez les contraintes maximales de traction, de flexion et de torsion.

Calculez la contrainte équivalente de Von-Mises.

Déterminez la limite élastique minimum de l'acier de l'arbre si l'on souhaite un coefficient de sécurité  $s = 2.75$ . .... [5]

Caractéristiques mécaniques des vis et goujons en fonction de leur classe de qualité (d'après norme NF E 27-005).													
Caractéristique mécanique contrôlée		Classe de qualité des vis et goujons											
		Qualité HR											
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Résistance à la traction $R_m$ (en MPa)	min	333	392	490	588	784	980	1176	1372				
	max	480	539	686	784	980	1176	1372	1568				
Dureté Brinell HB	min	90	110	140	170	225	280	330	390				
	max	150	170	215	245	300	365	425					
Dureté Rockwell	min	HRB	49	62	77	88	-						
		HRC							18	27	34	40	
	max	HRB	82	88	97	102	-						
		HRC							31	38	44	49	
Limite apparente d'élasticité $R_e$ (en MPa) min		196	235	313	294	392	352	470	-				
Limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0.2}$ (en MPa) min		-						529	627	882	1058	1234	
Résistance à la charge d'épreuve (en MPa)		184	221	285	276	356	332	428	465	570	776	931	1087
Allongement pour-cent après rupture $A$ : min		25	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7
Résistance à la traction avec cale biaise		Pour vis entières : valeurs correspondant aux valeurs minimales de résistance à la traction.											
Résilience KCU à + 20 °C (en daJ/cm <sup>2</sup> ) min		-						6	4	3	3		
Ténacité de la tête		Aucune rupture.											
Décarburation		(en cours d'étude à l'ISO).											

FIGURE 2 – Caractéristiques des éléments filetés suivant leur classe de qualité.

**Tolérance fondamentale en fonction de la cote nominale et de la qualité d'usinage**

Dimension Nominale (mm)	[0 : 1]	]1 : 3]	]3 : 6]	]6 : 10]	]10 : 18]	]18 : 30]	]30 : 50]	]50 : 80]	]80 : 120]	]120 : 180]	]180 : 250]	]250 : 315]	]315 : 400]	]400 : 500]
Qualités	Tolérance fondamentale ( $\mu\text{m}$ )													
01(-1)	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.8	1	1.2	2	2.5	3	4
0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	1	1	1.2	1.5	2	3	4	5	6
1	0.8	0.8	1	1	1.2	1.5	1.5	2	2.5	3.5	4.5	6	7	8
2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3	4	5	7	8	9	10
3	2	2	2.5	2.5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
4	3	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
5	4	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	10	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	14	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	25	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	40	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	60	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	100	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	140	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14	-	250	300	360	430	520	620	740	870	1 000	1 150	1 300	1 400	1 550
15	-	400	480	580	700	840	1 000	1200	1 400	1 600	1 850	2 100	2 200	2 500
16	-	600	750	900	1 100	1 300	1 600	1 900	2 200	2 500	2 900	3 200	3 600	4 000

Ecartes fondamentaux pour les arbres ou pièces males (en $\mu\text{m}$ )																	
		Paliers de cote nominale															
		[0 à 3]	]3 à 6]	]6 à 10]	]10 à 14]	]14 à 18]	]18 à 24]	]24 à 30]	]30 à 40]	]40 à 50]	]50 à 65]	]65 à 80]	]80 à 100]	]100 à 120]	]120 à 140]		
écart supérieur es	toutes qualités	a	-270		-280		-290		-300		-310	-320	-340	-360	-380	-410	-460
		b	-140			-150			-160		-170	-180	-190	-200	-220	-240	-260
		c	-60	-70	-80	-95			-110		-120	-130	-140	-150	-170	-180	-200
		c,d	-34	-46	-56												
		d	-20	-30	-40	-50		-65		-80		-100		-120		-145	
		e	-14	-20	-25	-32		-40		-50		-60		-72		-85	
		e,f	-10	-14	-18												
		f	-6	-10	-13	-16		-20		-25		-30		-36		-43	
		f,g	-4	-6	-8												
		g	-2	-4	-5	-6		-7		-9		-10		-12		-14	
		h	0														
js	es=ei=IT/2																
écart inférieur ei	j	5-6	-2		-3		-4		-5		-7		-9		-11		
		7	-4		-5		-6		-8		-10		-12		-15		
		8	-6														
	k	4 à 7	0	+1				+2				+3					
		≤ 3 et ≥ 8	0														
	toutes qualités	m	+2	+4	+6	+7		+8		+9		+11		+13		+15	
		n	+4	+8	+10	+12		+15		+17		+20		+23		+27	
		p	+6	+12	+15	+18		+22		+26		+32		+37		+43	
		r	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+41	+43	+51	+54	+63	
		s	+14	+19	+23	+28		+35		+43		+53	+59	+71	+79	+92	
		t							+41	+48	+54	+66	+75	+91	+104	+122	
		u	+18	+23	+28	+33		+41	+48	+60	+70	+87	+102	+124	+144	+170	
		v					+39	+47	+55	+68	+81	+102	+120	+146	+172	+202	
		x	+20	+28	+34	+40	+45	+54	+64	+80	+97	+122	+146	+178	+210	+248	
		y							+63	+75	+94	+114	+144	+174	+214	+254	+300
z		+26	+35	+42	+50	+60	+73	+88	+112	+136	+172	+210	+258	+310	+365		
za		+32	+42	+52	+64	+77	+98	+118	+148	+180	+226	+274	+335	+400	+470		
zb	+40	+50	+67	+90	+108	+136	+160	+200	+242	+300	+360	+445	+525	+620			
zc	+60	+80	+97	+130	+150	+188	+218	+274	+325	+405	+480	+585	+690	+800			

— **Ecartes fondamentaux pour les alésages ; Règle générale :**

— Pour les positions A à H : EI = - es (des positions a à h) ;

— Pour les positions J à ZC : ES = - ei (des positions j à zc).

— **1ère exception :** Position N, qualité 9 à 16, pour cote nominale  $\leq 3$  : ES=0 (plutôt que -4)

— **2nde exception :** Positions J,K,M,N (qualité 1 à 8) et positions P à ZC (qualité 1 à 7), pour cote nominale  $> 3$  : ES=- ei +  $\Delta$ , avec :  $\Delta = IT_n - IT_{n-1}$  ( $n$  : qualité considérée, donc  $n - 1$  qualité immédiatement plus fine).

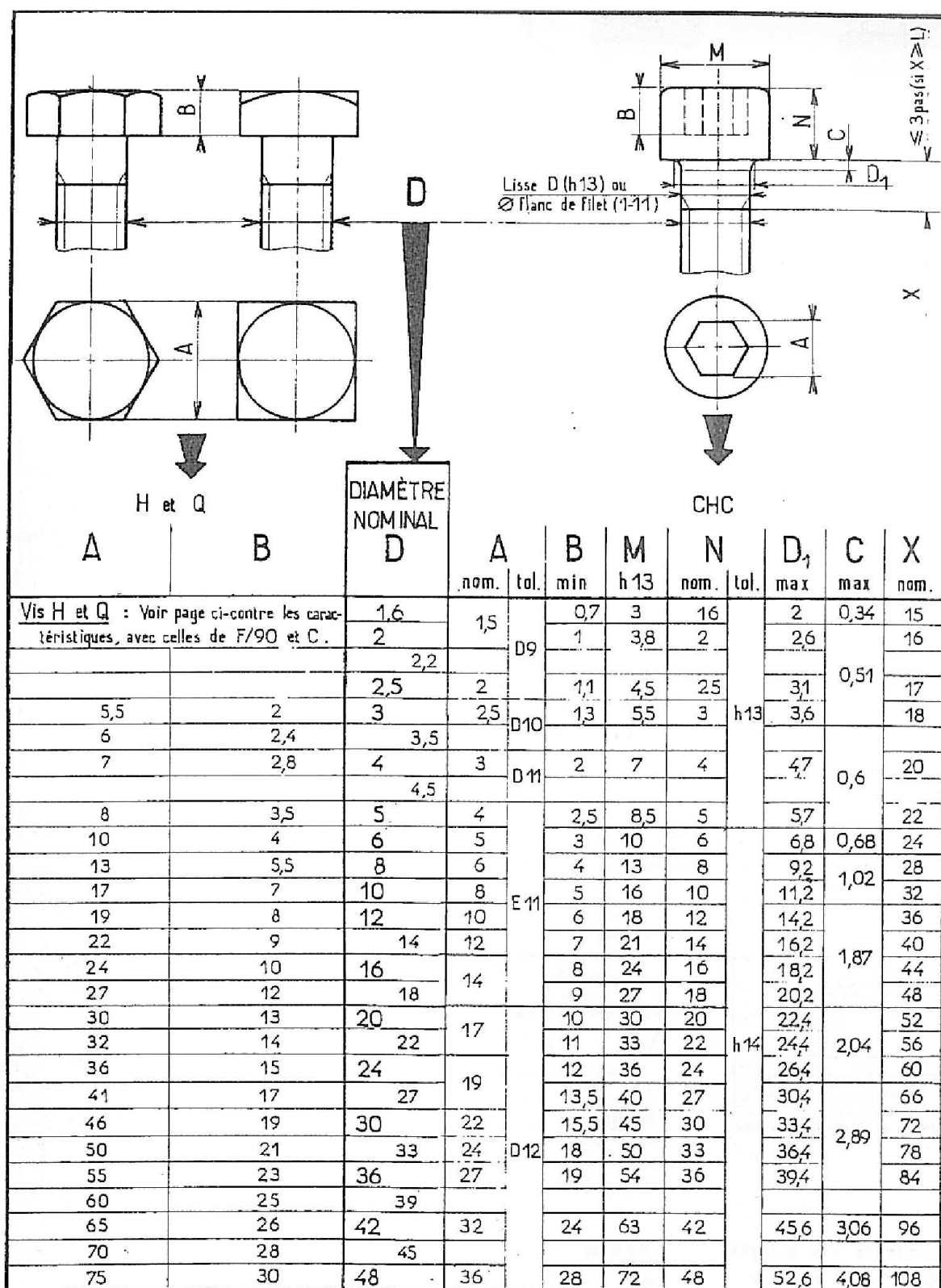


FIGURE 3 – Dimensions de vis.

Trous de passage pour vis  
NF EN 20273 (ISO 273)

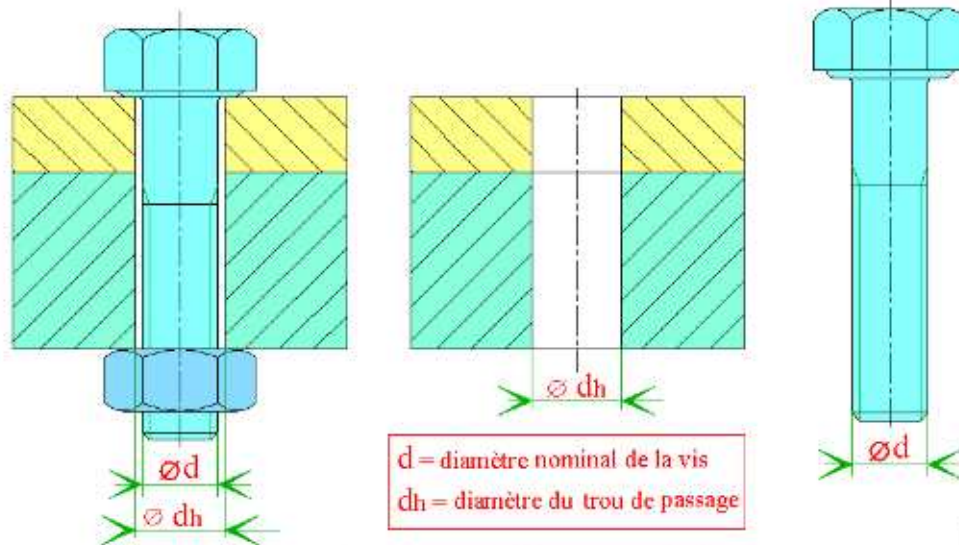


Figure 15

Trous de passage pour vis ou boulons - EN 20273 (ISO 273) Tableau 15								
Ø de filetage		Ø d <sub>h</sub> du trou de passage			Ø de filetage		Ø d <sub>h</sub> du trou de passage	
d (mm)	série fine (H12)*	série moyenne (H13)*	série large (H14)*	d (mm)	série fine (H12)*	série moyenne (H13)*	série large (H14)*	
1	1,1	1,2	1,3	36	37	39	42	
1,2	1,3	1,4	1,5	39	40	42	45	
1,4	1,5	1,6	1,8	42	43	45	48	
1,6	1,7	1,8	2	45	46	48	52	
1,8	2	2,1	2,2	48	50	52	56	
2	2,2	2,4	2,6	52	54	56	62	
2,5	2,7	2,9	3,1	56	58	62	66	
3	3,2	3,4	3,6	60	62	66	70	
3,5	3,7	3,9	4,2	64	66	70	74	
4	4,3	4,5	4,8	68	70	74	78	
4,5	4,8	5	5,3	72	74	78	82	
5	5,3	5,5	5,8	76	78	82	86	
6	6,4	6,6	7	80	82	86	91	
7	7,4	7,6	8	85	87	91	96	
8	8,4	9	10	90	93	96	101	
10	10,5	11	12	95	98	101	107	
12	13	13,5	14,5	100	104	107	112	
14	15	15,5	16,5	105	109	112	117	
16	17	17,5	18,5	110	114	117	122	
18	19	20	21	115	119	122	127	
20	21	22	24	120	124	127	132	
22	23	24	26	125	129	132	137	
24	25	26	28	130	134	137	144	
27	28	30	32	140	144	147	155	
30	31	33	35	150	155	158	165	
33	34	36	38					

\* pour information, à utiliser s'il est souhaitable de spécifier des tolérances

FIGURE 4 – Dimensions des trous de passage de vis.

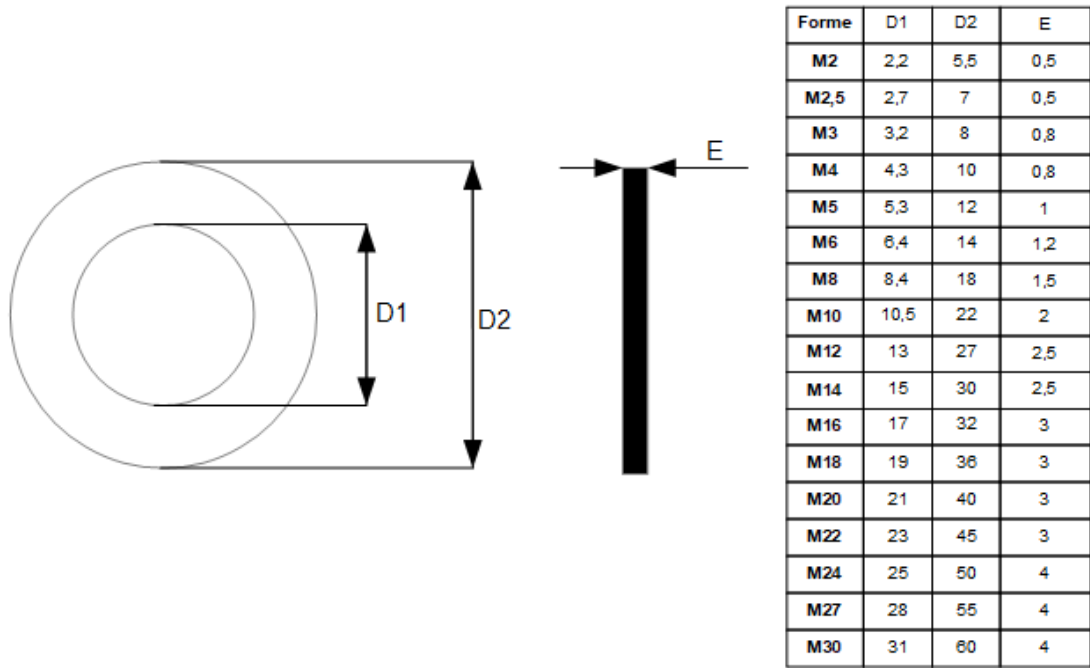


FIGURE 5 – Caractéristiques des rondelles plates.

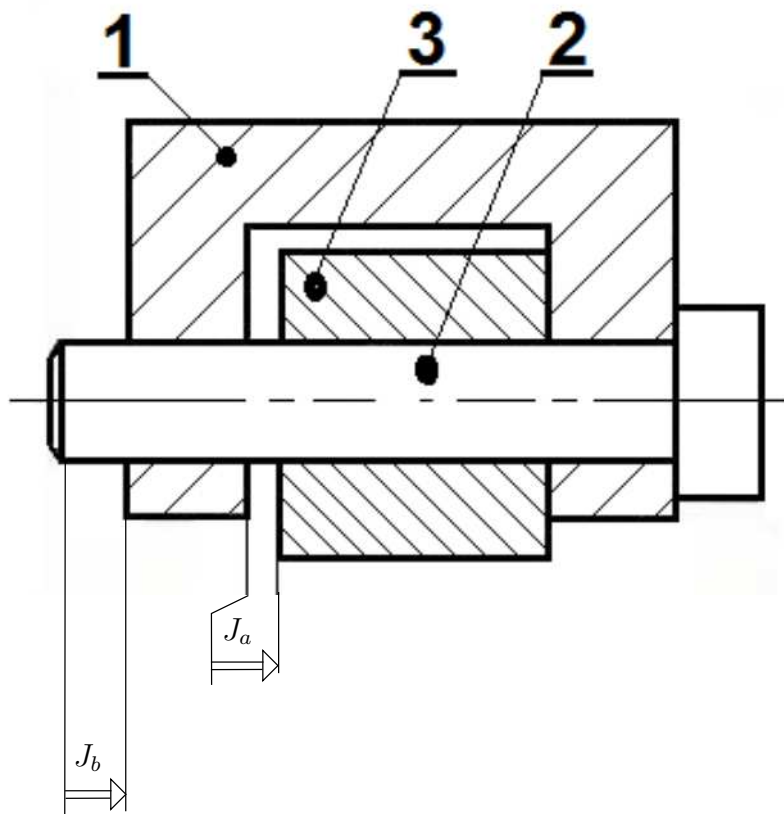


FIGURE 6 – Effectuez les chaînes de cotes.

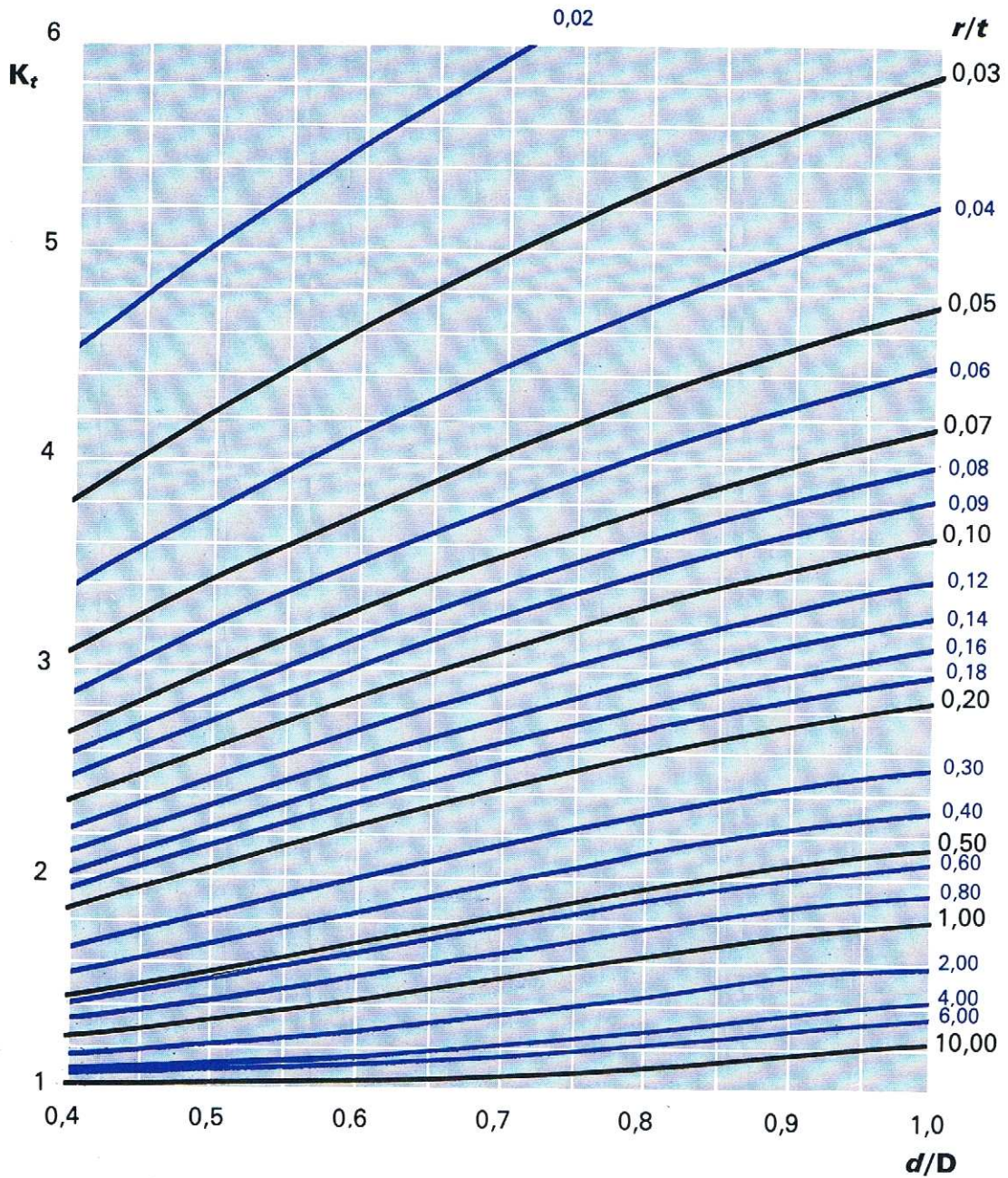
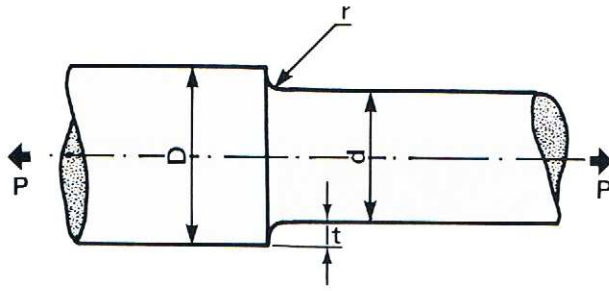


FIGURE 7 – Coefficient de concentration de contrainte en traction.

Numéro d'anonymat :



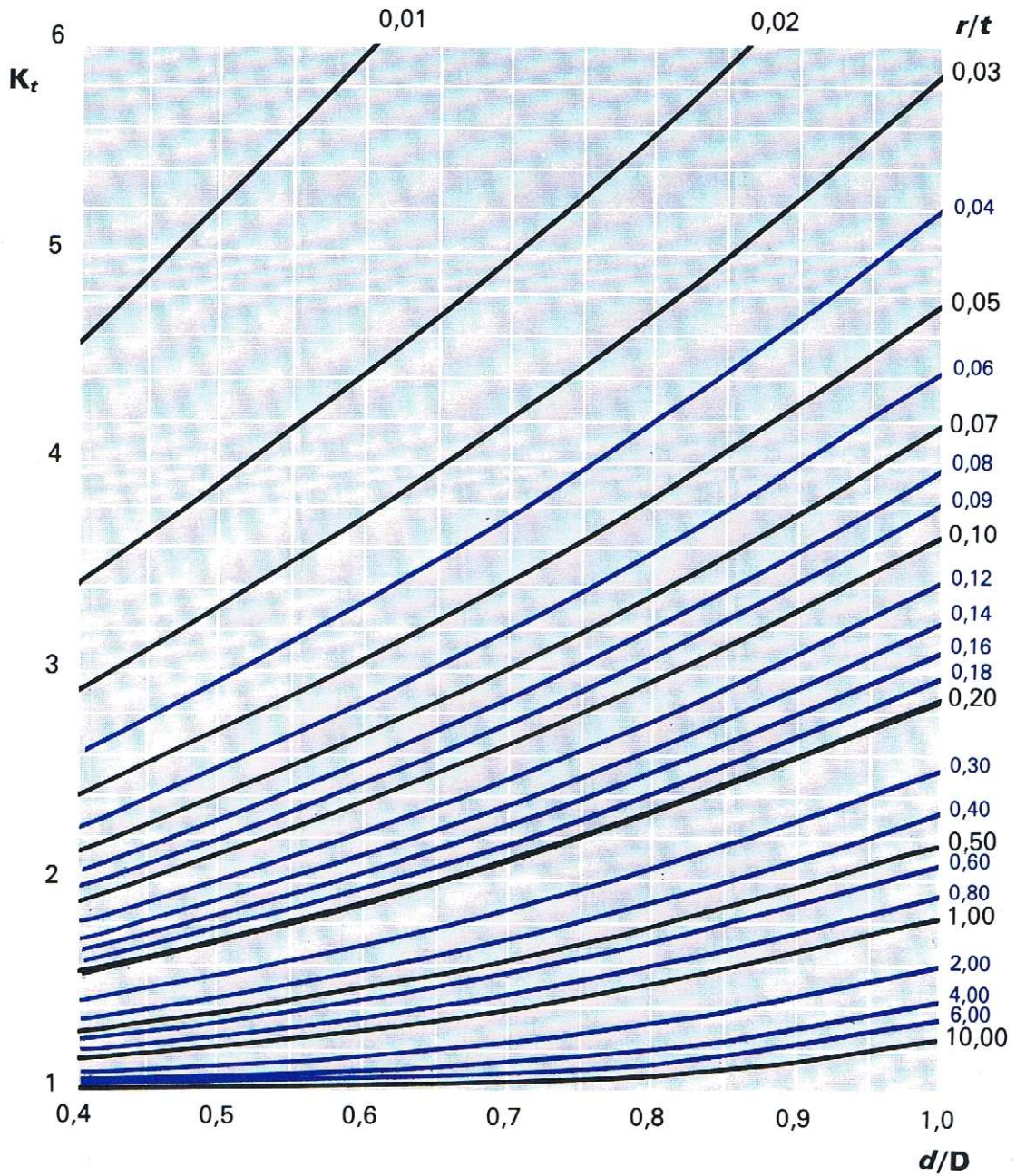
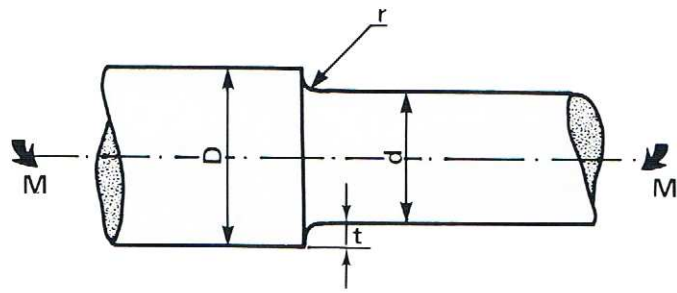


FIGURE 8 – Coefficient de concentration de contrainte en flexion.

Numéro d'anonymat :

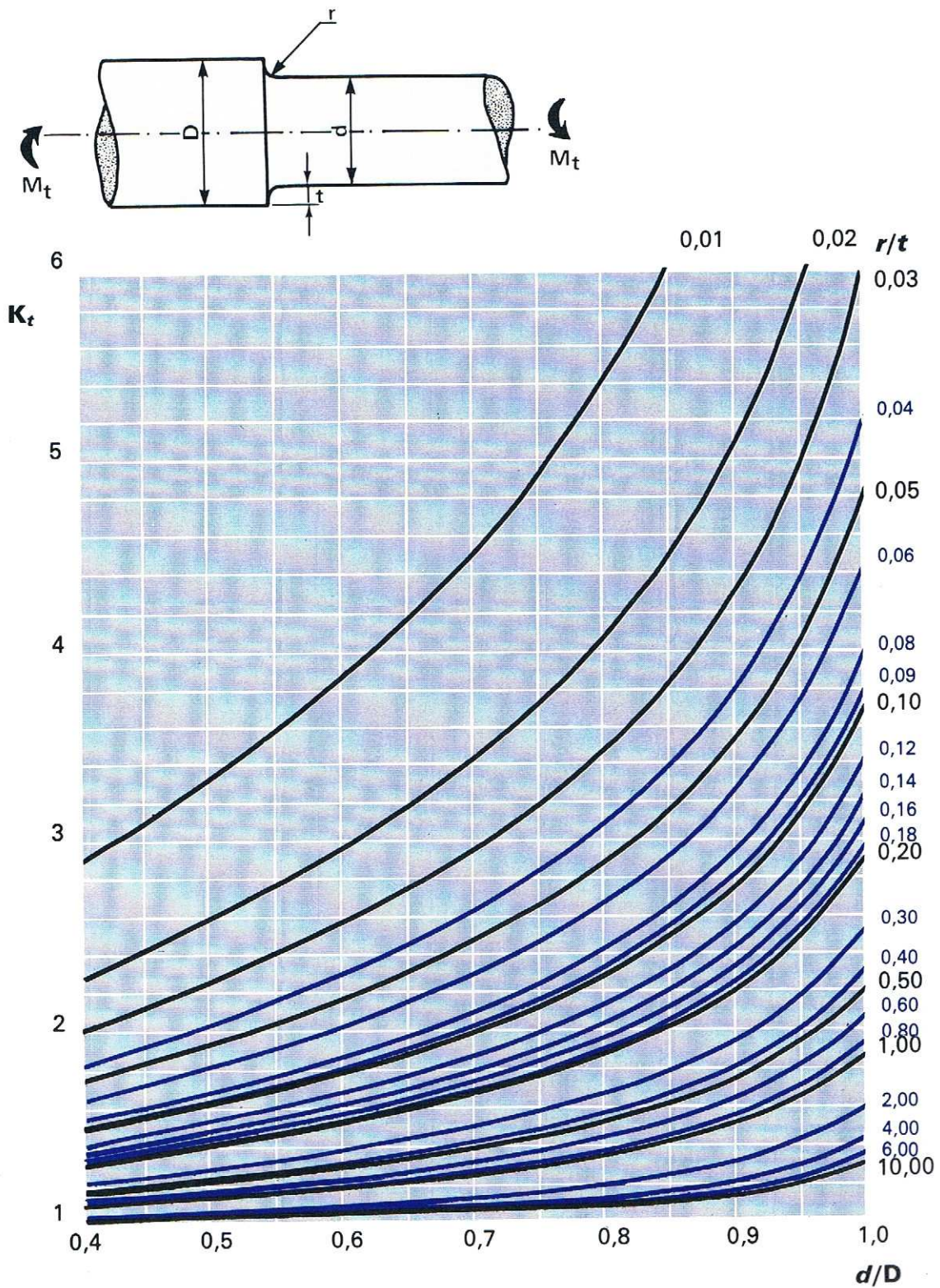


FIGURE 9 – Coefficient de concentration de contrainte en torsion.

Numéro d'anonymat :