

Les feuilles que vous rendrez comporteront votre numéro d'anonymat.

La FIG. 1 représente le schéma d'un réducteur de vitesse à 2 engrenages de rapport de réduction identique. Les roues dentées de chacun des 2 engrenages sont de même diamètre primitif  $d_1$  et  $d_2 > d_1$  et de même module  $m_0$  mais pas de même largeur. En réalité, le service commercial a eu une remise de prix sur le tarif des roues de 5 mm de largeur d'un même module  $m_0$ . Il faudra faire en sorte d'avoir des roues dentées d'une largeur qui est un multiple de cette largeur de 5 mm ; On pourra, par exemple, créer une roue dentée de 20 mm de largeur par empilement de 4 roues de 5 mm de largeur.

Le couple  $C_3$  nécessaire sur l'arbre de sortie (3) et la vitesse de rotation  $N_3$  de cet arbre de sortie sont respectivement :

$$C_3 = 42 \text{ N.m et } N_3 = 150 \text{ tr/mn}$$

La vitesse de rotation de l'arbre d'entrée (1) est

$$N_1 = 1500 \text{ tr/mn}$$

Ces 2 arbres (1) et (3) sont coaxiaux et distants de l'entraxe  $e = 100 \text{ mm}$  de l'arbre intermédiaire (2).

On rappelle la formule qui estime la contrainte de tension au pied d'une dent de roue dentée (les notations étant celle du cours) :

$$\sigma_{Maxi} = \frac{5.5F_t}{bm_0}$$

Cette contrainte ne devra pas excéder la valeur de 210 MPa.

Les modules normalisés  $m_0$  principaux (AFNOR) des roues dentées sont :

0.5	0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
-----	-----	-----	-----	------	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

Les roues dentées sont fabriquées en général avec une largeur  $b \in [5m_0; 16m_0]$ .

1) Déterminez le rapport de réduction de chaque engrenage et les diamètres primitifs  $d_1$  et  $d_2$ .

Déterminez les couples sur les axes des arbres (1) et (2) et la puissance nécessaire du moteur.

Déterminez les efforts sur les dentures de chaque engrenage.

Choisissez alors un module de telle manière à ce que vous achetiez le minimum de roues dentées de la largeur donnée dans l'énoncé. Précisez le nombre de roues dentées de cette largeur donnée pour chaque engrenage.

Calculez la contrainte de tension au pied de dent subie pour chaque engrenage. .... [5.5]

2) On souhaite installer une clavette sur l'arbre de sortie (3) sur un diamètre d'arbre compris entre 18 et 22 mm.

Choisissez le diamètre de cet arbre qui minimisera la longueur de la clavette et calculez cette longueur  $L$  pour une pression conventionnelle de matage de 50 MPa. Vous complétez la FIG. 2. .... [2.5]

3) Les efforts au niveau des paliers de la liaison pivot entre le bâti et l'arbre intermédiaire (2) ainsi que les efforts d'engrenement sont représentés sur la FIG. 3. On donne les distances sur cette figure. On prendra  $F_{t1} = 600 \text{ N}$ ,  $F_{r1} = 200 \text{ N}$ ,  $F_{t2} = 189.7 \text{ N}$ ,  $F_{r2} = 65 \text{ N}$ .

Calculez les composantes radiales des efforts sur les 2 paliers c-à-d  $Y_1$ ,  $Z_1$ ,  $Y_2$  et  $Z_2$ .

Tracez les diagrammes des efforts intérieurs sur cet arbre. Vous préciserez les valeurs de ces efforts en différentes abscisses. .... [5.5]

4) On s'intéresse à une section épaulée de cet arbre intermédiaire où  $r = 1$  mm,  $D = 16$  mm et  $d = 14$  mm. L'arbre est en acier de limite élastique  $R_e = 350$  MPa.

Le module du moment fléchissant dans cette section est évalué par  $M_f = 20$  N.m et le moment de torsion est évalué par  $M_T = 15$  N.m

On donne les coefficients de concentration de contrainte relatifs à une telle section (FIG. 4 et FIG. 5).

Calculez les contraintes nominales maximums de tension et de cisaillement dans cette section.

Déterminez les coefficients de concentration de contrainte.

Calculez alors les contraintes réelles de tension et de cisaillement dans cette section.

Calculez enfin la contrainte maximum de Von-Mises dans cette section.

Quel est le coefficient de sécurité? ..... [3]

5) Citez précisément le nom des pièces visibles sur les photos des TAB. 1 et TAB. 2 qui seront rendues avec la copie. .... [3.5]

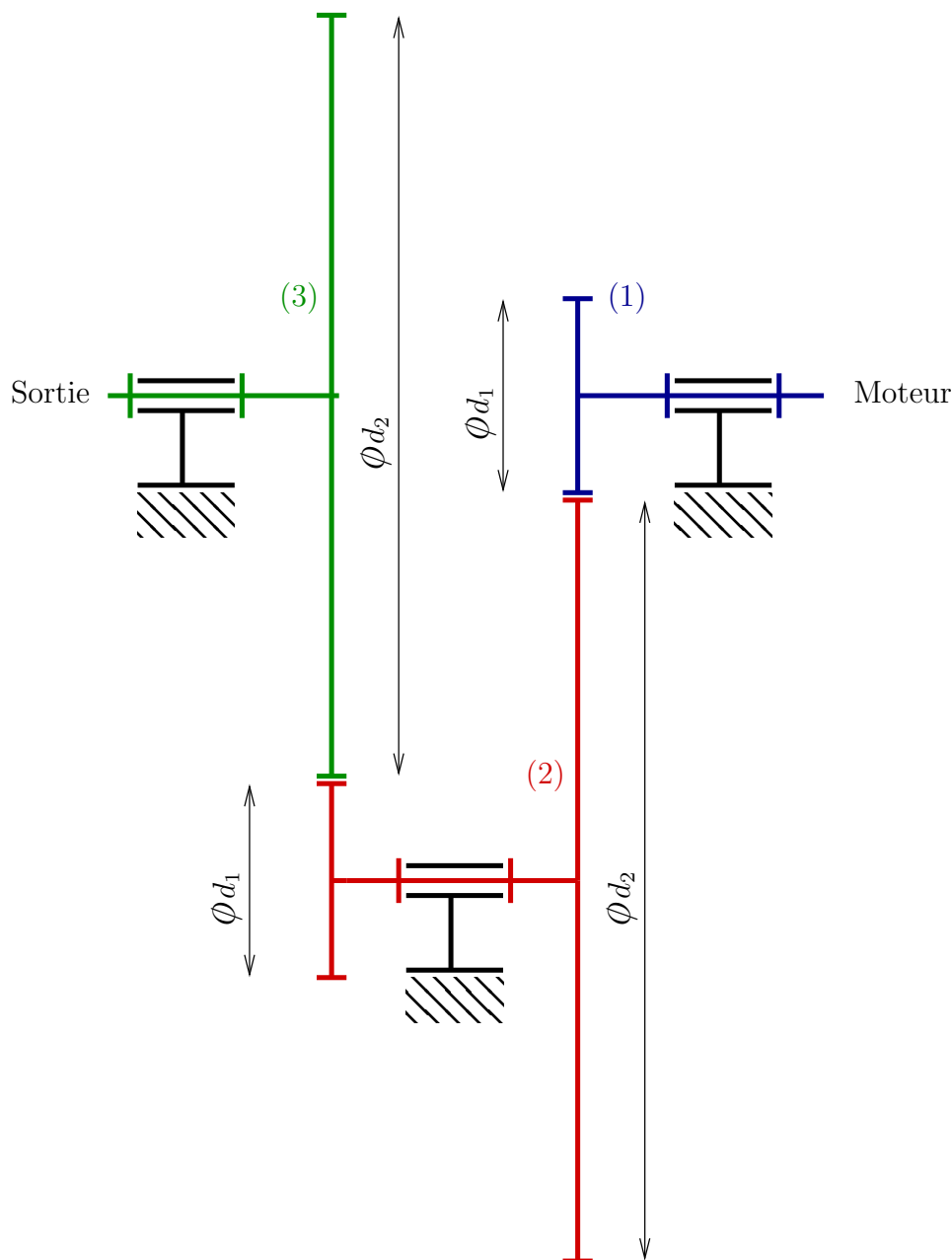


FIG. 1 – Schéma du réducteur à 2 engrenages.

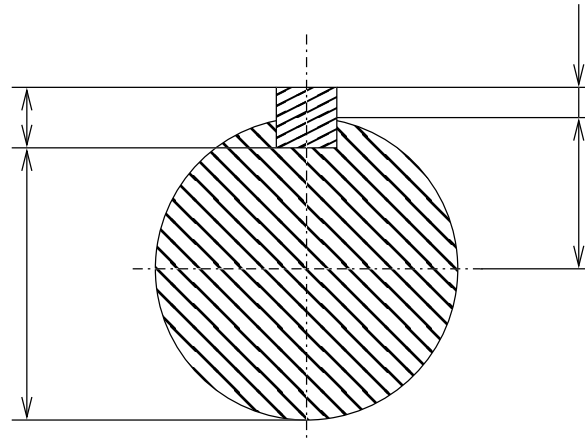


FIG. 2 – Schéma à compléter précisant les dimensions utiles.

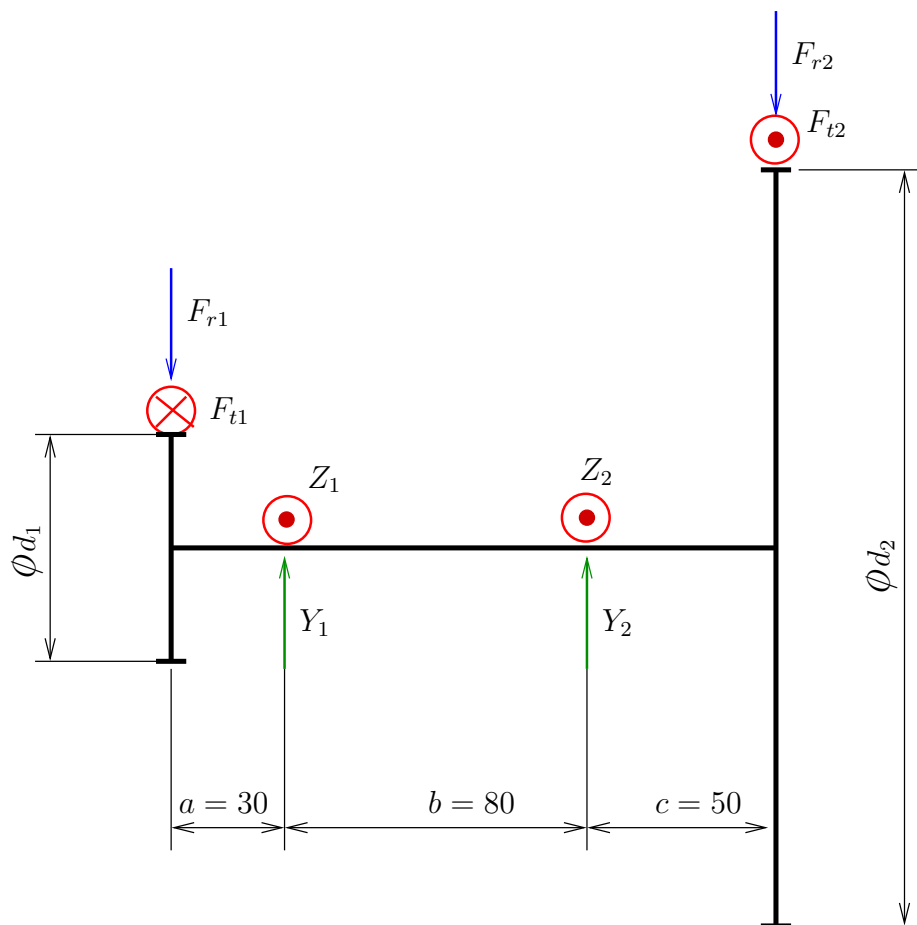


FIG. 3 – Efforts sur l'arbre intermédiaire.

# CLAVETTES PARALLÈLES

3.42b

CLAVETTES USUELLES } éventuellement MINCES } FIXÉES PAR VIS

DÉSIGNATION : Exemples  
 Clavette parallèle, forme A de 18x11x 60  
 Clavette fixée, forme A de 18x11x 60

MATIÈRE :  
 Acier: R>600 N/mm<sup>2</sup>

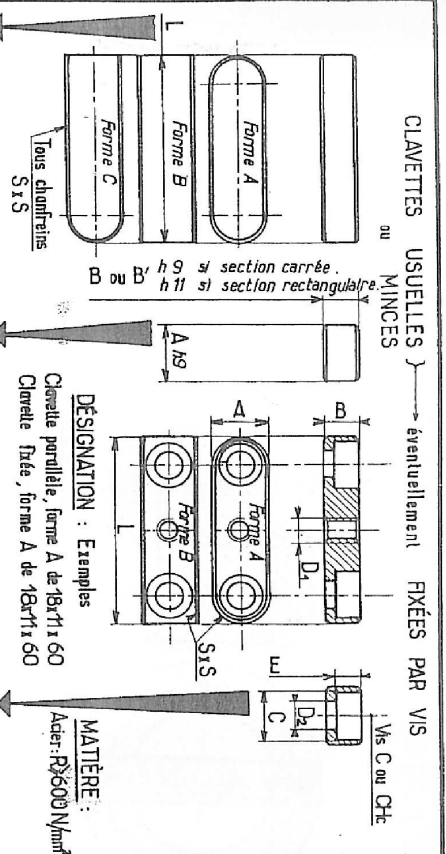
Choisir, si possible, L dans la série Rn 20

L		S		SECTION DE CLAVETTE MINCE A x B'	SECTION DE CLAVETTE USUELLE A x B	Trou pour vis			Vis de fixation M D <sub>1</sub> -L	
min.	max.	min.	max.			D <sub>2</sub>	C	E		
6	20	0,16	0,25		2 x 2					
	36				3 x 3					
8	45				4 x 4					
10	56	0,25	0,4	5 x 3	5 x 5					
14	70			6 x 4	6 x 6	2,9	5	3	2,5 - 6	
18	90			8 x 5	8 x 7	3,4	6,5	3,5	3 - 8	
22	110			10 x 6	10 x 8	4,5	8	4,5	4 - 10	
28	140	0,4	0,6	12 x 6	12 x 8	5,5	10	5,5	5 - 10	
36	160			14 x 6	14 x 9	6,6	12	6,5	6 - 10	
45	180			16 x 7	16 x 10					
50	200			18 x 7	18 x 11	8,9	16	8,5	8 - 12	
56	220	20 x 8	20 x 12							
63	250	0,6	0,8	22 x 9	22 x 14	11	20	10,5	10 - 12	
70	280			25 x 9	25 x 14					
80	320			28 x 10	28 x 16					
90	360			32 x 11	32 x 18					
100	400	1	1,2	36 x 12	36 x 20	14	23	13	12 - 20	
					40 x 22					12 - 25
					45 x 25					12 - 30
					50 x 28					12 - 35
		1,6	2	56 x 32	63 x 32	16	28	17	16 - 35	
					70 x 36					16 - 40
					80 x 40					20 - 45
		2,5	3	90 x 45	100 x 50	22	35	21	20 - 45	
										20 - 50

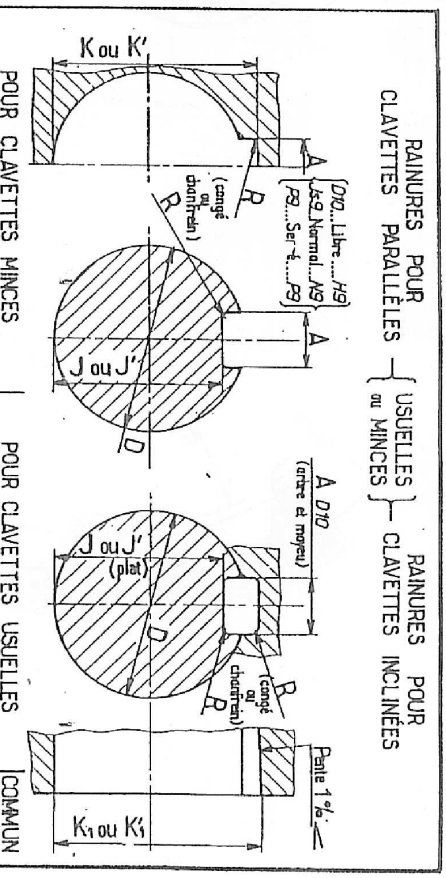
E 27-656 (72) -658 (69)

# CLAVETTES PARALLÈLES

# CLAVETAGES LONGITUDINAUX



min.	max.	S	SECTION DE CLAVETTE MINCE		SECTION DE CLAVETTE USUELLE		Trou pour vis			Vis de fixation
			A x B'	A x B	D <sub>2</sub>	C	E	M D <sub>1</sub> -L		
6	20	0,16	0,25	2 x 2	3 x 3					
8	36			4 x 4	5 x 5					
10	45			5 x 5	6 x 6					
14	56	0,25	0,4	6 x 4	6 x 5	2,9	5	3	2,5 - 6	
18	70			8 x 5	8 x 7	3,4	6,5	3,5	3 - 8	
22	90			10 x 6	10 x 8	4,5	8	4,5	4 - 10	
26	110			12 x 6	12 x 8	5,5	10	5,5	5 - 10	
36	140	0,4	0,6	14 x 6	14 x 9	6,6	12	6,5	6 - 10	
45	180			16 x 7	16 x 10					
50	200			18 x 7	18 x 11	8,9	16	8,5	8 - 12	
56	220			20 x 8	20 x 12					
63	250			22 x 9	22 x 14					
70	280	0,6	0,8	25 x 9	25 x 14					
80	320			28 x 10	28 x 16	11	20	10,5	10 - 16	
90	360			32 x 11	32 x 18					
100	400			36 x 12	36 x 20					
		1	1,2	40 x 12	40 x 22					
				45 x 25	45 x 28	14	23	13	12 - 20	
				50 x 32	50 x 32				12 - 25	
		1,6	2	56 x 32	63 x 32				12 - 30	
				70 x 36	70 x 36				16 - 35	
				80 x 40	80 x 40	18	28	17	16 - 40	
				90 x 45	90 x 45				20 - 45	
		2,5	3	100 x 50	100 x 50	22	35	21	20 - 50	



D-... tol.	D+... tol.	D-... tol.	D+... tol.	SECTION DE DIAMÈTRE CLAVETTE		SECTION DE DIAMÈTRE ARBRE		D-... tol.	D+... tol.	D-... tol.	D+... tol.	D-... tol.	D+... tol.	D-... tol.	D+... tol.	min.	max.
				A x B'	A x B	A x B'	A x B										
1,8	1,8	1,8	1,8	6 x 4	6 x 4	6 x 4	6 x 4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,5	0,5
2,5	2,5	2,5	2,5	8 x 5	8 x 5	8 x 5	8 x 5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,08	0,16
3	3	3	3	10 x 6	10 x 6	10 x 6	10 x 6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,16	0,25
3,5	3,5	3,5	3,5	12 x 6	12 x 6	12 x 6	12 x 6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	0,25	0,4
4	4	4	4	14 x 6	14 x 6	14 x 6	14 x 6	4	4	4	4	4	4	4	4	0,4	0,6
5	5	5	5	16 x 7	16 x 7	16 x 7	16 x 7	5	5	5	5	5	5	5	5	0,6	1
5,5	5,5	5,5	5,5	18 x 7	18 x 7	18 x 7	18 x 7	6	6	6	6	6	6	6	6	1	1,6
6	6	6	6	20 x 8	20 x 8	20 x 8	20 x 8	7	7	7	7	7	7	7	7	1,6	2,5
7	7	7	7	22 x 9	22 x 9	22 x 9	22 x 9	8	8	8	8	8	8	8	8	2,5	
7,5	7,5	7,5	7,5	25 x 9	25 x 9	25 x 9	25 x 9	9	9	9	9	9	9	9	9		
9	9	9	9	28 x 10	28 x 10	28 x 10	28 x 10	10	10	10	10	10	10	10	10		
10	10	10	10	32 x 11	32 x 11	32 x 11	32 x 11	11	11	11	11	11	11	11	11		
11	11	11	11	36 x 12	36 x 12	36 x 12	36 x 12	12	12	12	12	12	12	12	12		
				40 x 14	40 x 14	40 x 14	40 x 14	13	13	13	13	13	13	13	13		
				45 x 16	45 x 16	45 x 16	45 x 16	15	15	15	15	15	15	15	15		
				50 x 18	50 x 18	50 x 18	50 x 18	17	17	17	17	17	17	17	17		
				56 x 20	56 x 20	56 x 20	56 x 20	19	19	19	19	19	19	19	19		
				63 x 22	63 x 22	63 x 22	63 x 22	20	20	20	20	20	20	20	20		
				70 x 25	70 x 25	70 x 25	70 x 25	22	22	22	22	22	22	22	22		
				80 x 30	80 x 30	80 x 30	80 x 30	25	25	25	25	25	25	25	25		
				90 x 36	90 x 36	90 x 36	90 x 36	28	28	28	28	28	28	28	28		
				100 x 45	100 x 45	100 x 45	100 x 45	31	31	31	31	31	31	31	31		

# Arbre épaulé

## Torsion

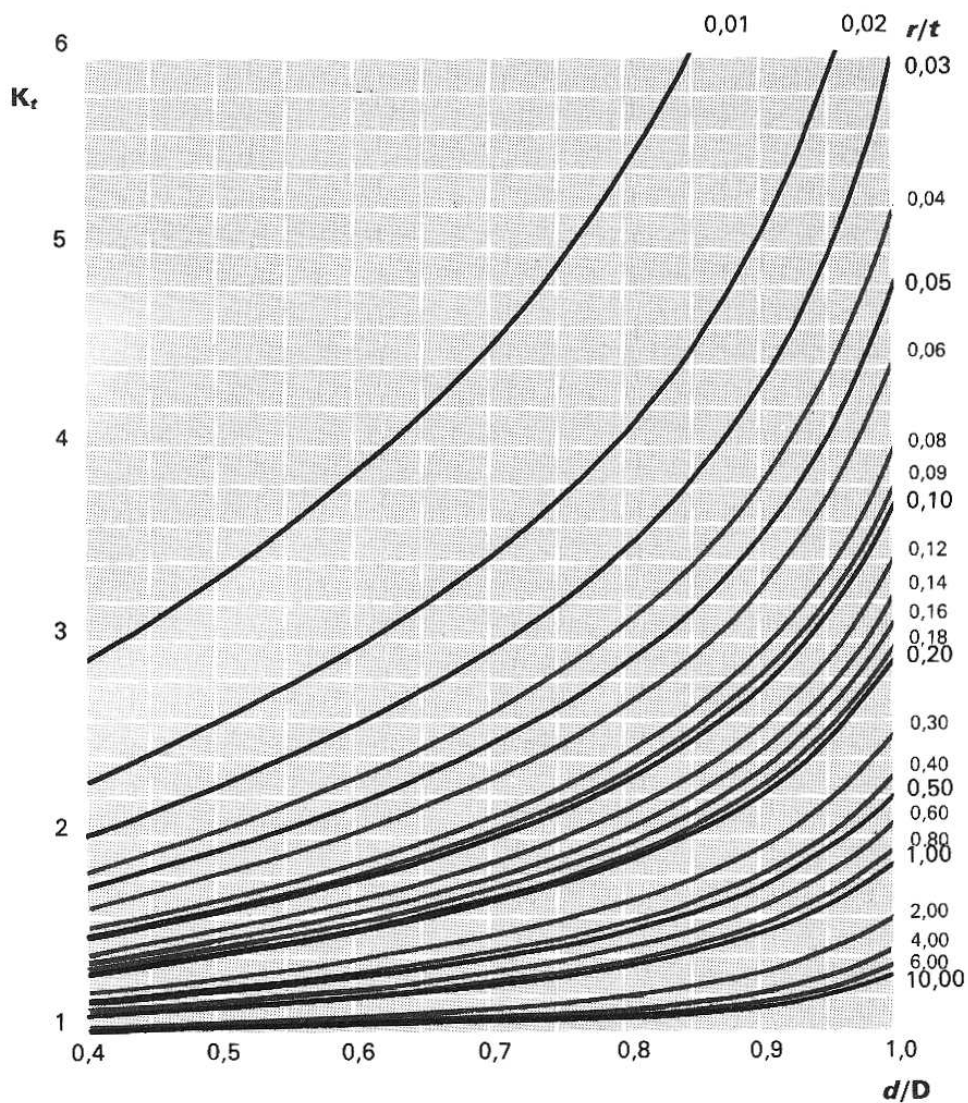
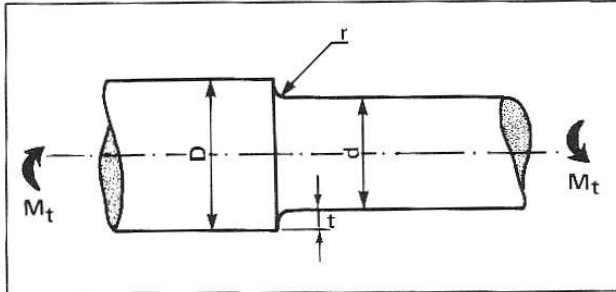


FIG. 4 – Coefficient de concentration de contrainte en torsion pour un arbre épaulé.

# Arbre épaulé

## Flexion

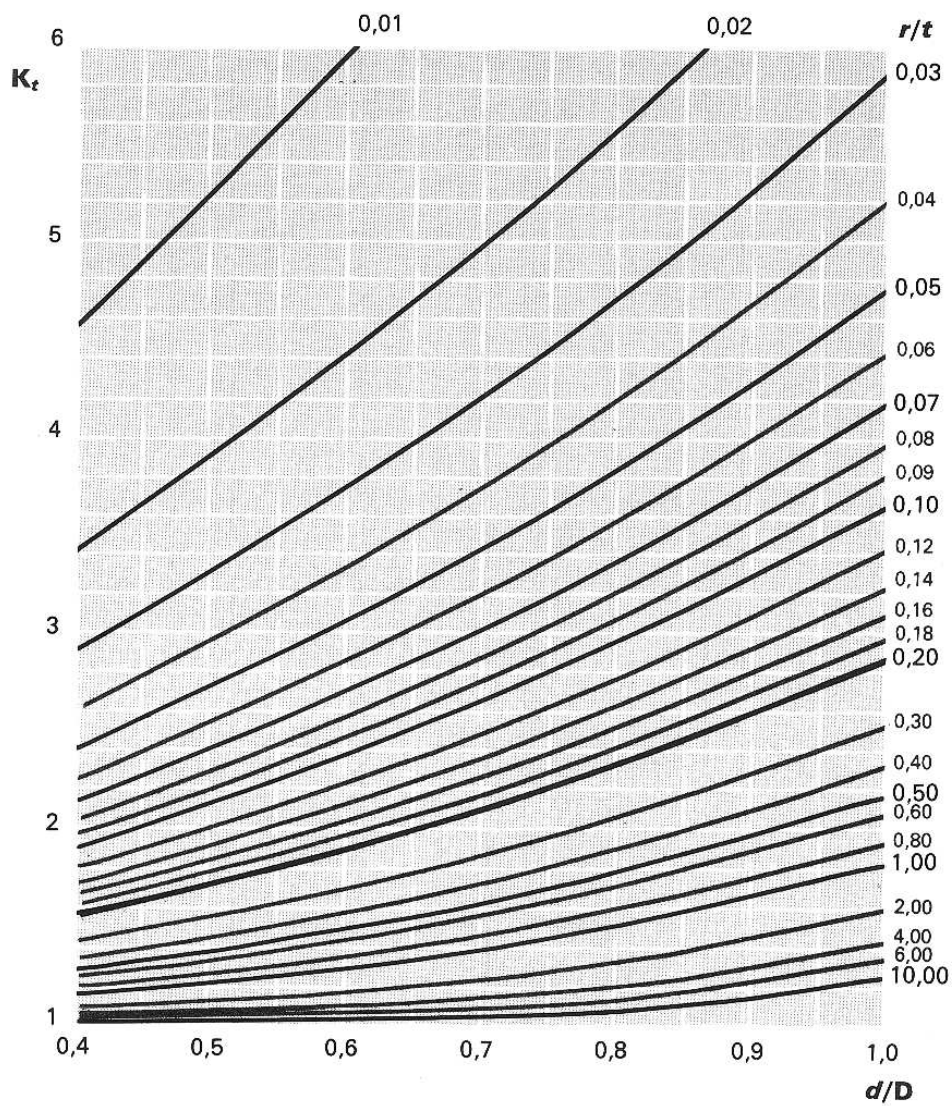
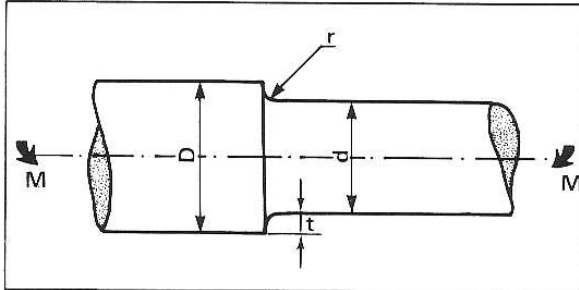


FIG. 5 – Coefficient de concentration de contrainte en flexion pour un arbre épaulé.

TAB. 1 – Donnez le noms des pièces : remplir les cases.



TAB. 2 – Donnez le noms des pièces : remplir les cases.