

On s'intéresse à la résistance d'une dent de roue dentée. L'angle de pression est $\alpha = 20^\circ$. La force au niveau de la denture est représentée par le vecteur \vec{F} sur la FIG. 1. On modélise la forme de cette dent par un parallélépipède. Le module de la roue dentée est m , sa largeur (perpendiculaire au dessin) est $b = km$, son épaisseur $h = \frac{\pi m}{2}$, sa longueur $L = am$ où $a = 2.25$. La roue dentée possède un diamètre primitif $d = 100$ mm. Les roues dentées sont fabriquées en général avec $k \in [5; 16]$.

Les modules normalisés m 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
-----	-----	-----	-----	------	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

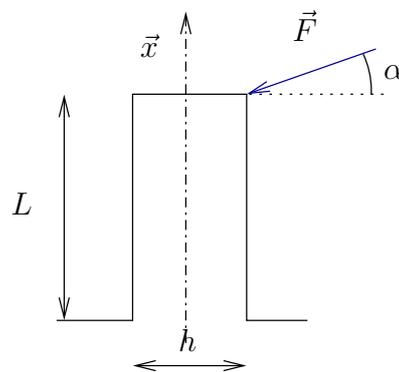


FIG. 1 – Dent de roue dentée subissant une force (dessin plan).

On assimile la dent à une poutre d'axe \vec{x} .

- 1) Quel est l'effort tranchant supporté par la dent ? Quelle est la contrainte de cisaillement au pied de dent ? [0.75]
- 2) Quel est l'effort normal supporté par la dent ? Quelle est la contrainte de compression due à cet effort normal au pied de dent ? [0.75]
- 3) Quel est le moment fléchissant supporté au pied de dent ? Quelle est la contrainte de compression maximum due à ce moment fléchissant au pied de dent ? [1]
- 4) Exprimez la contrainte de compression maximum puis la contrainte de Von-Mises σ_{eq} en fonction de m , a , k , α et de l'intensité F de la force \vec{F} : vous mettrez cette expression sous la forme :

$$\sigma_{eq} = A \frac{F \cos \alpha}{km^2}$$

où A est une constante à déterminer analytiquement et à calculer numériquement. [3]

- 5) La roue dentée subit un couple $C = 200$ N.m. Déterminez l'intensité F de la force \vec{F} .
Pour une contrainte équivalente n'excédant pas 200 MPa, quel doit être le module m de la roue dentée la moins large ?
Pour ce module, déterminez le nombre de dents, que l'on souhaite impair, de la roue.
Rectifiez alors la valeur du diamètre primitif.
Rectifiez également la valeur de l'intensité F .

Calculez alors la contrainte équivalente supportée.

Mêmes questions pour la roue dentée la plus large. [3]

6) Effectuez les 3 chaînes de cotes présentes sur les FIG. 3, 4 et 5. [3]

7) La FIG. 2 schématise le montage de roulement (référence 6305) des FIG. 3, 4 et 5 qui supporte les forces axiale $A = 2875$ N et radiale $R = 2600$ N.

On donne $a = 60$ mm et $b = 95$ mm.

Déterminez les efforts radiaux et axiaux sur chaque roulement.

Par la suite, on nommera F_r et F_a les composantes radiale et axiale de l'effort sur le roulement le plus chargé. [1.5]

8) Déterminez la charge statique équivalente P_0 par :

$$P_0 = 0.6F_r + 0.5F_a$$

si $P_0 < F_r$ prendre $P_0 = F_r$

Relevez la capacité statique du roulement C_0 .

On rappelle que si $P_0 = C_0$, le roulement va subir un effort trop important qui va engendrer une déformation permanente des billes de 0.01% de leur diamètre et les billes subiront une pression de contact de l'ordre de 4000 MPa.

Calculez le coefficient de sécurité statique s_0 et effectuer une vérification du roulement. [1]

	en rotation						à l'arrêt	
	exigences de fonctionnement							
	faibles		normales		élevées			
Fonctionnement	billes	rouleaux	billes	rouleaux	billes	rouleaux	billes	rouleaux
Régulier sans vibration	0.5	1	1	1.5	2	3	0.4	0.8
Normal	0.5	1	1	1.5	2	3.5	0.5	1
Chocs prononcés	≥ 1.5	≥ 2.5	≥ 1.5	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

TAB. 1 – Valeur de principe pour le coefficient de sécurité statique s_0

9) Déterminez le paramètre e à l'aide d'un tableau suivant.

Déterminez la charge dynamique équivalente P :

$$\text{si } \frac{F_a}{F_r} \leq e \implies P = F_r$$

$$\text{si } \frac{F_a}{F_r} > e \implies P = XF_r + YF_a$$

Relevez la capacité dynamique du roulement C et calculez la durée de vie en millions de tours pour 90% (L_{10a}) puis 99% (L_{1a}) de fiabilité donnée par :

$$L_{na} = a \left(\frac{C}{P} \right)^3 \quad \text{où } a \text{ est donné ci-après.}$$

Sachant que le roulement tourne à 100 tr/mn en déduire la durée de fonctionnement en heures. [2]

F_a/C_0	e	X	Y
0.025	0.22	0.56	2
0.04	0.24	0.56	1.8
0.07	0.27	0.56	1.6
0.13	0.31	0.56	1.4
0.25	0.37	0.56	1.2
0.5	0.44	0.56	1

Fiabilité %	L_{na}	a
90	L_{10a}	1
95	L_{5a}	0.62
96	L_{4a}	0.53
97	L_{3a}	0.44
98	L_{2a}	0.33
99	L_{1a}	0.21

10) On envisage de remplacer les deux roulements par deux paliers lisses identiques sans changer le diamètre de l'arbre. Ces paliers possèdent les caractéristiques : $p_{Max} = 80 \text{ MPa}$, $pv_{Max} = 1.2 \text{ MPa.m.s}^{-1}$ et $v_{Max} = 1 \text{ m.s}^{-1}$

Après avoir choisi les paliers adaptés parmi la gamme fournie, déterminez la pression conventionnelle supportée par le palier le plus chargé. Vérifiez la tenue du palier au non matage et non grippage. [2]

11) Réalisez un dessin de définition de la pièce (2) : vous choisirez les vues (avec coupe éventuellement) appropriées qui permettent de définir cette pièce. Vous choisirez également l'échelle.

Quel est le nom de la pièce (6) ? [2]

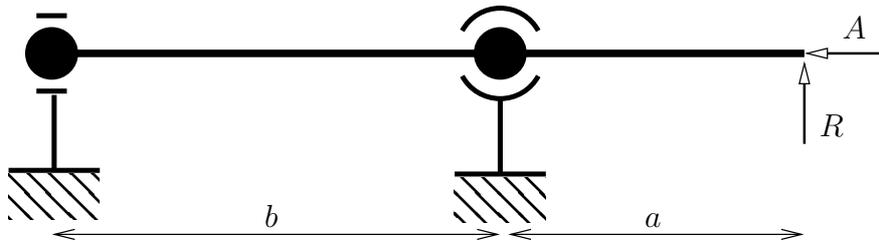


FIG. 2 – Schéma du montage de roulements.

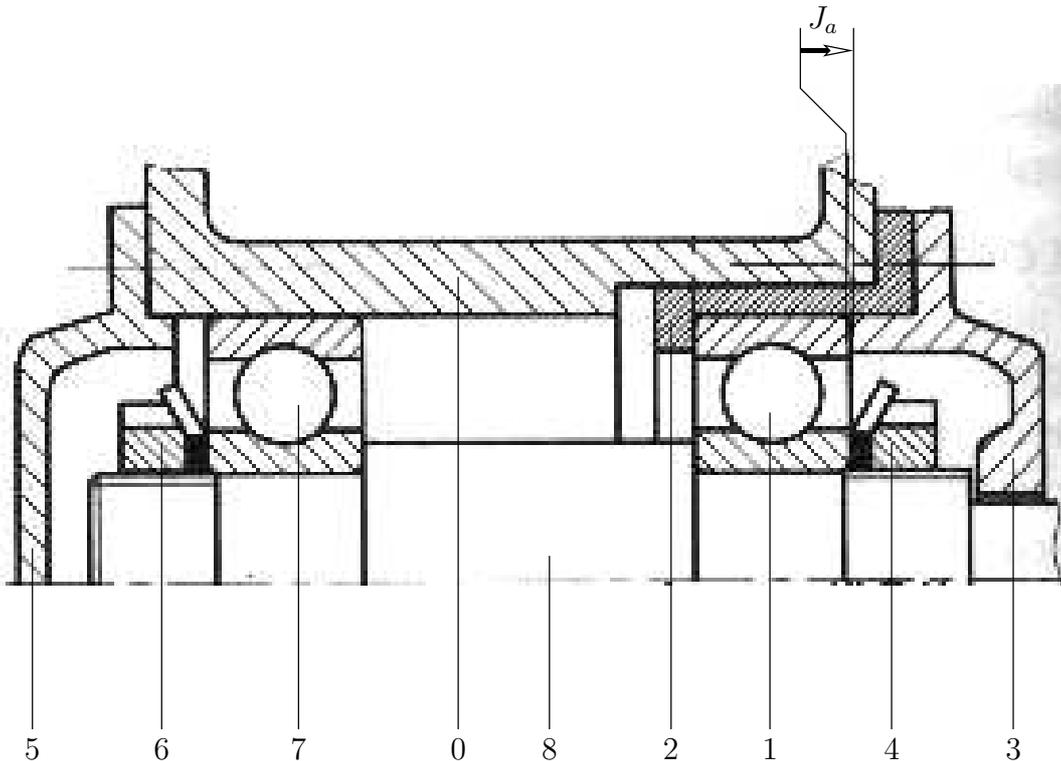


FIG. 3 – Chaîne de cotes à réaliser.

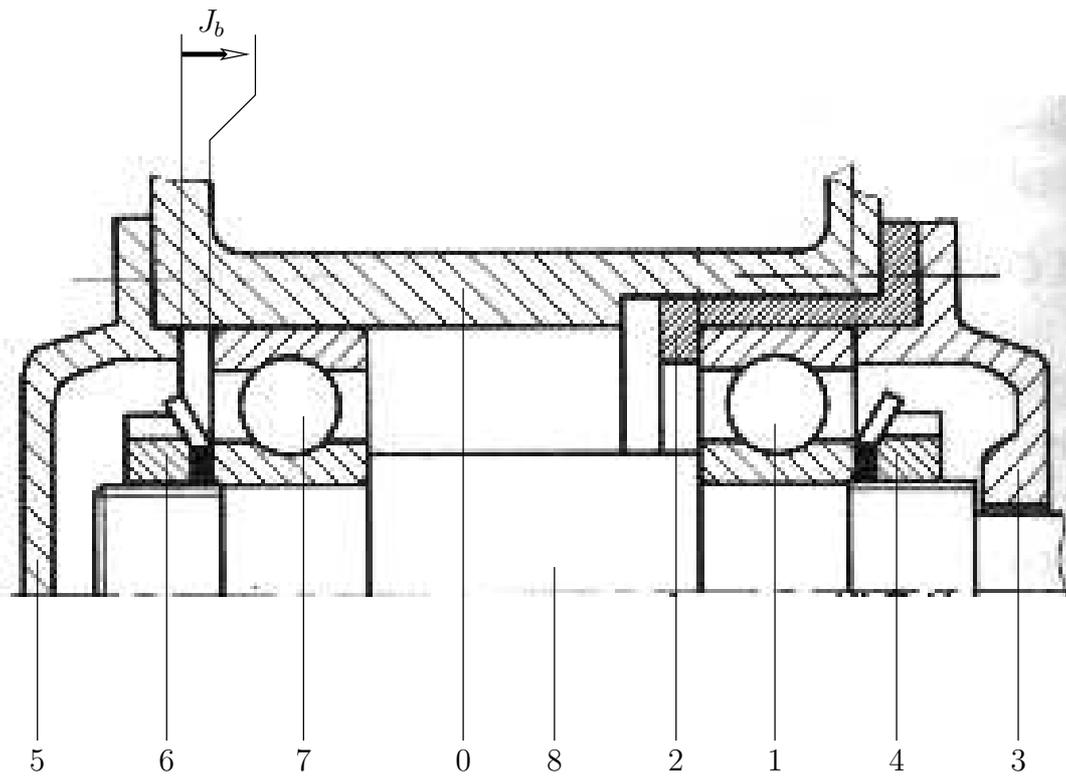


FIG. 4 – Chaîne de cotes à réaliser.

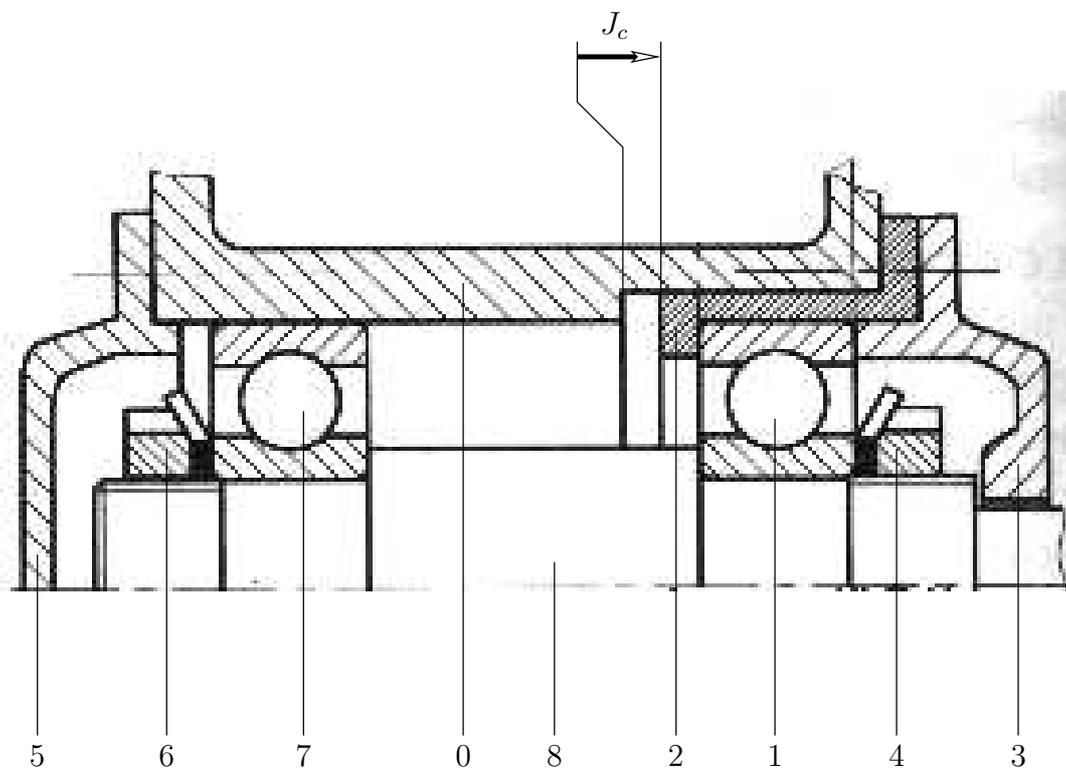
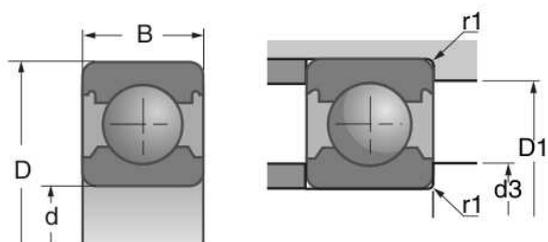


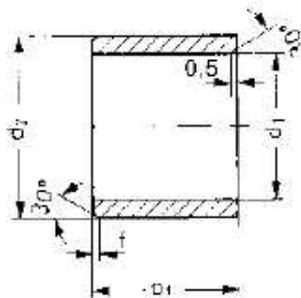
FIG. 5 – Chaîne de cotes à réaliser.



d		D	B				
mm	Références	mm	mm	10 ³ N	10 ³ N	tr/mn*	tr/mn*
17	6203	40	12	9,60	4,80	16000	19000
	6303	47	14	13,60	6,60	14000	17000
	6403	62	17	22,70	10,80	12000	14000
20	61804	32	7	2,95	1,87	19500	23500
	61904	37	9	6,40	3,70	17500	20500
	16004	42	8	6,80	4,10	17000	20000
	6004	42	12	9,40	5,00	16000	20000
	6204	47	14	12,80	6,70	13000	16000
	6304	52	15	15,90	7,90	12000	15000
	6404	72	19	29,50	15,50	9600	12000
25	61805	37	7	4,30	2,95	17000	20000
	61905	42	9	7,00	4,55	15000	18000
	16005	47	8	10,10	5,90	14000	17000
	6005	47	12	10,10	5,90	13000	17000
	6205	52	15	14,00	7,90	12000	14000
	6305	62	17	22,40	11,50	10000	13000
	6405	80	21	36,00	19,30	8600	11000
30	61806	42	7	4,55	3,40	14500	17500
	61906	47	9	7,20	4,35	13500	16000
	16006	55	9	11,20	7,40	11000	14000
	6006	55	13	13,20	8,30	11000	14000
	6206	62	16	19,50	11,30	10000	12000
	6306	72	19	28,00	15,80	8900	10000
	6406	90	23	43,50	23,80	7600	9300
35	61807	47	7	4,75	3,80	13000	15500
	61907	55	10	9,60	5,90	11500	14000
	16007	62	9	12,10	8,80	10000	12000
	6007	62	14	16,00	10,30	10000	12000
	6207	72	17	25,50	15,30	8900	10000
	6307	80	21	33,50	19,20	8000	9800
	6407	100	25	55,00	31,00	6800	8300
40	61808	52	7	4,90	4,15	11500	14000
	61908	62	12	12,20	7,70	10000	12000
	16008	68	9	13,20	10,30	9800	11000
	6008	68	15	16,80	11,50	9200	11000
	6208	80	18	29,00	17,90	7800	9100
	6308	90	23	40,50	23,90	7000	8200
	6408	110	27	63,00	36,50	6200	7600

FIG. 6 – Caractéristiques de roulements.

iglidur® G | Paliers cylindriques



- f = 0,3 ▶ d1 = 1-6
- f = 0,5 ▶ d1 = 6-12
- f = 0,8 ▶ d1 = 12-30
- f = 1,2 ▶ d1 > 30

Chanfrein en fonction du d1
Cotes selon ISO 3547-1
et cotes spéciales

Constitution de la référence :

G S M-01 03 - 02

- b1
- d2
- d1
- Métrique
- Forme
- Matériau



iglidur® G | Paliers cylindriques

Référence	d1*	Tolérance E10 où	d2	b1 h13
GSM-2021-20	20,0	F9	21,0	20,0
GSM-2022-03	20,0		22,0	3,0
GSM-2022-08	20,0		22,0	8,0
GSM-2022-105	20,0		22,0	10,5
GSM-2022-15	20,0		22,0	15,0
GSM-2022-20	20,0		22,0	20,0
GSM-2022-22	20,0		22,0	22,0
GSM-2022-30	20,0		22,0	30,0
GSM-2023-10	20,0		23,0	10,0
GSM-2023-15	20,0		23,0	15,0
GSM-2023-20	20,0		23,0	20,0
GSM-2023-23	20,0		23,0	23,0
GSM-2023-24	20,0		23,0	24,0
GSM-2023-25	20,0		23,0	25,0
GSM-2023-30	20,0		23,0	30,0
GSM-2224-10	22,0		24,0	10,0
GSM-2224-15	22,0		24,0	15,0
GSM-2224-17	22,0		24,0	17,0
GSM-2224-20	22,0		24,0	20,0
GSM-2224-30	22,0		24,0	30,0
GSM-2225-15	22,0		25,0	15,0
GSM-2225-20	22,0		25,0	20,0
GSM-2225-25	22,0		25,0	25,0
GSM-2225-30	22,0		25,0	30,0
GSM-2427-06	24,0		27,0	6,0
GSM-2427-15	24,0		27,0	15,0
GSM-2427-20	24,0		27,0	20,0

Référence	d1*	Tolérance E10 où	d2	b1 h13
GSM-2427-25	24,0		27,0	25,0
GSM-2427-30	24,0		27,0	30,0
GSM-2526-25	25,0	F9	26,0	25,0
GSM-2528-15	25,0		28,0	15,0
GSM-2528-20	25,0		28,0	20,0
GSM-2528-24	25,0		28,0	24,0
GSM-2528-25	25,0		28,0	25,0
GSM-2528-30	25,0		28,0	30,0
GSM-2528-35	25,0		28,0	35,0
GSM-2528-50	25,0		28,0	50,0
GSM-2630-16	26,0		30,0	16,0
GSM-2730-05	27,0		30,0	5,0
GSM-2832-105	28,0		32,0	10,5
GSM-2832-12	28,0		32,0	12,0
GSM-2832-15	28,0		32,0	15,0
GSM-2832-20	28,0		32,0	20,0
GSM-2832-23	28,0		32,0	23,0
GSM-2832-25	28,0		32,0	25,0
GSM-2832-30	28,0		32,0	30,0
GSM-3031-12	30,0	F9	31,0	12,0
GSM-3031-30	30,0	F9	31,0	30,0
GSM-3034-15	30,0		34,0	15,0
GSM-3034-20	30,0		34,0	20,0
GSM-3034-24	30,0		34,0	24,0
GSM-3034-25	30,0		34,0	25,0
GSM-3034-30	30,0		34,0	30,0
GSM-3034-35	30,0		34,0	35,0
GSM-3034-40	30,0		34,0	40,0
GSM-3034-525	30,0		34,0	52,5

FIG. 7 – Caractéristiques des paliers lisses.