

4.1 Dimensionnement d'un limiteur de couple

Objectifs Pédagogiques :

Découvrir les caractéristiques et les intérêts de ce type de ressort.

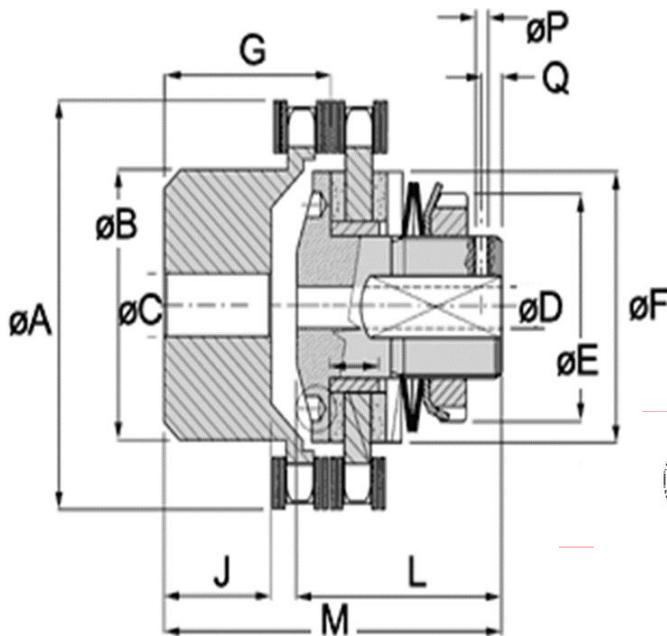
Système considéré :

On considère le limiteur de couple réglable présenté en annexe qui permet de transmettre un couple compris entre 12 et 60 N.m.



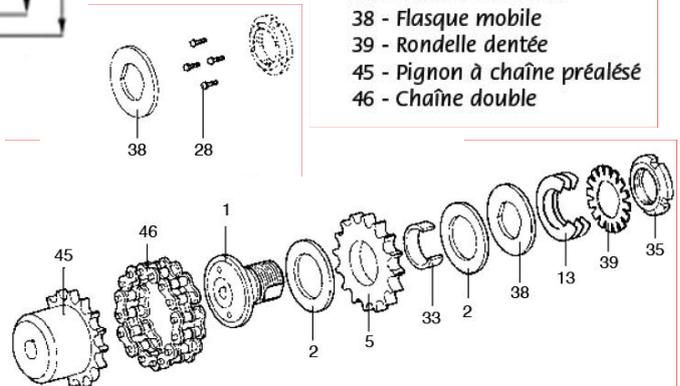
Compréhension du fonctionnement

1. A partir du plan de coupe et de l'éclaté fourni en annexe, analyser le fonctionnement de ce dispositif.
2. Comment est réalisée la transmission du couple ?
3. Comment est réalisé le « réglage » du couple max ?



Composition

- 1 - Moyeu à flasque bride
- 2 - Bague de friction
- 5 - Couronne dentée
- 13 - Ressort axial
- 28 - Vis de réglage
- 33 - Bague de glissement
- 35 - Ecrou à encoches
- 38 - Flasque mobile
- 39 - Rondelle dentée
- 45 - Pignon à chaîne préalésé
- 46 - Chaîne double



Dimensionnement des rondelles Belleville

1. Déterminer la relation entre l'effort axial maximal F exercé par les rondelles et le couple C transmis.
On donne les dimensions des bagues de friction (2) : $r = 19$ mm, $R = 25$ mm. Le coefficient de frottement f est de 0.15.
2. Déterminer les valeurs maximales et minimales de F assurant la transmission des couples du cahier des charges.
3. Quel est l'intérêt d'utiliser 2 rondelles montées en série (opposition) ?
4. Choisir, dans l'extrait catalogue fourni en annexe, des rondelles vérifiant le cahier des charges suivant :
 - $D_{\text{ext}} \leq 70$ mm
 - 28 mm $< D_{\text{int}} < 35$ mm
 - le couple max sera obtenu pour une flèche comprise entre 0,5ho et 0,75 ho

- Catégories :

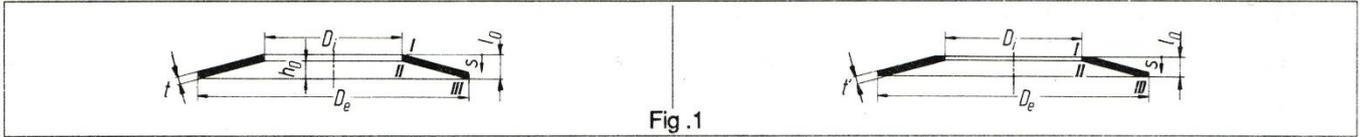
- (1) : épaisseur $t < 1$ mm
- (2) : épaisseur t de 1 à 6 mm
- (3) : épaisseur t de 4 mm et plus

- Matériaux :

- chrome - vanadium et chrome - acier à ressort
- allié de la plus grande sûreté
- trempé et revenu à une dureté de 42 à 52 HRC

- Protection :

- normale (phosphaté et huilé)
- spéciale (chromé, cadmié, etc.)



Ressorts des catégories 1 et 2 sans surface d'appui.

Ressorts de la catégorie 3 avec surface d'appui.

Désignation : Rondelle ressort 25 x 1,5, NF E 25-104

Formules et désignation

- F Force élastique par ressort individuel
- s Course du ressort individuel
- l_0 Hauteur de montage du ressort non chargé
- $l_0 = h_0 + t$ ou $l_0 = h'_0 + t'$ (catégorie 3)
- t épaisseur de la rondelle ressort
- t' épaisseur de la rondelle ressort pour les ressorts de la catégorie 3
- h_0 Course jusqu'à ce que la rondelle soit complètement plate (catégorie 1 et 2)
- h'_0 Course jusqu'à ce que la rondelle soit complètement plate (catégorie 3)
- i Nombre de ressorts individuels ou de paquets dans un empilage de ressorts.
- n Nombre de ressorts individuels dans un paquet de ressorts.

Calcul d'un empilage de ressorts (fig 2)

- Force élastique $F_{totale} = n.F$
- Course $s_{totale} = i.s$
- Longueur de l'empilage $L_0 = i[l_0 + (n-1).t]$
- (pour la catégorie 3 t' au lieu de t)
- Longueur de l'empilage sous charge $L = l_0 - s_{totale}$

Calcul d'un paquet de ressorts (fig3)

- Force élastique $F_{totale} = nF$
- Course $s_{totale} = s$
- Longueur du paquet $L_0 = l_0 + (n-i)t$
- (pour la catégorie 3 t' au lieu de t)
- Longueur du paquet sous charge $L = l_0 - s_{totale}$

- Les rondelles empilées en colonnes doivent être guidées sur le bord intérieur ou extérieur. Un guidage intérieur est conseillé par un axe de dureté 52 HRC (voir tableau ci-contre pour les jeux conseillés)

Empilages de ressorts individuels

Fig. 2

Guidages des ressorts (a) intérieurs, (b) extérieurs

Fig. 4

Empilage de paquets de ressorts

Fig. 3

Dj ou De mm	Jeu T mm
jusqu'à 16	0,2
plus de 16 à 20	0,3
plus de 20 à 26	0,4
plus de 26 à 31,5	0,5
plus de 31,5 à 50	0,6
plus de 50 à 80	0,8
plus de 80 à 140	1,0

Dimensions standard

* $s_c = h_0 = l_0 - t$ sur les rondelles ressort sans surface d'appui
 $s_c = h'_0 = l_0 - t'$ sur les rondelles ressort avec surface d'appui

Dimensions en mm							Course s en mm				Force élastique F en N				Contrainte σ en N/mm ²											
							s=0,25 h ₀				s=0,5 h ₀				s=0,75 h ₀				s _c *							
d	D _e	D _i	t	l ₀	h ₀	h ₀ /t	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_1	σ_{II}	σ_{III}
3	8	3,2	0,3	0,55	0,25	0,833	0,062	45,6	883	207	401	0,125	79,1	1669	511	750	0,187	104,3	2359	912	1046	0,25	125,5	2952	1409	1290
4	8	4,2	0,2	0,45	0,25	1,250	0,062	21,2	654	8	409	0,125	33,3	1294	114	753	0,187	39,2	1794	319	1034	0,25	42,0	2195	622	1251
5	10	5,2	0,25	0,55	0,30	1,200	0,075	30,4	696	21	380	0,15	48,2	1217	133	702	0,225	57,5	1691	336	965	0,30	62,6	2074	628	1169
6	12	6,2	0,5	0,85	0,35	0,700	0,087	133,5	845	249	475	0,175	239,2	1605	582	894	0,262	326,4	2280	1001	1259	0,35	404,2	2869	1506	1569
7	14	7,2	0,35	0,80	0,45	1,285	0,112	68,0	723	173	418	0,225	105,7	1343	103	770	0,337	123,2	1860	764	1055	0,45	130,5	2273	619	1274
8	16	8,2	0,40	0,90	0,50	1,250	0,125	83,7	693	10	399	0,25	131,2	1289	117	735	0,375	154,3	1786	322	1009	0,50	165,4	2186	624	1220
9	18	9,2	0,45	1,05	0,60	1,333	0,150	120,7	763	-14	440	0,3	185,8	1415	83	809	0,450	213,7	1957	291	1106	0,60	222,9	2387	610	1333
10	20	10,2	0,4	0,90	0,50	1,250	0,125	53,4	443	-4	254	0,25	83,7	824	75	468	0,375	98,5	1142	206	642	0,50	105,5	1398	400	777
11	22	11,2	0,6	1,40	0,80	1,333	0,200	240,4	865	-14	488	0,4	369,9	1605	98	897	0,600	425,4	2219	336	1227	0,80	443,9	2708	699	1478
12	25	12,2	0,7	1,60	0,90	1,285	0,225	331,2	902	4	499	0,45	514,6	1675	136	919	0,675	599,6	2320	396	1259	0,90	635,4	2837	785	1519
14	28	14,2	0,8	1,80	1,00	1,250	0,250	434,8	904	13	515	0,5	681,0	1680	154	950	0,750	801,4	2330	422	1304	1,00	858,8	2852	817	1577
16	34	16,3	1,5	2,55	1,05	0,700	0,262	1291,0	942	283	495	0,525	2313,0	1790	660	933	0,787	3155,0	2543	1131	1313	1,05	3908,0	3203	1696	1635
18	40	18,3	2,0	3,15	1,15	0,575	0,287	2182,0	933	365	466	0,575	4030,0	1785	810	883	0,862	5656,0	2556	1338	1252	1,15	7171,0	3246	1946	1573
20	40	20,4	1,0	2,30	1,30	1,300	0,325	565,3	734	-4	422	0,65	875,8	1363	98	776	0,975	1017,0	1887	305	1063	1,30	1072,0	2305	617	1283
20	40	20,4	2,0	3,1	1,1	0,550	0,275	2175,0	882	354	485	0,55	4041,0	1689	783	920	0,825	5701,0	2421	1288	1307	1,1	7258,0	3077	1868	1646
22	45	22,4	1,25	2,85	1,60	1,280	0,400	1041,0	883	4	497	0,8	1620,0	1641	134	914	1,200	1891,0	2273	389	1253	1,60	2007,0	2779	770	1514
25	50	25,4	1,25	2,85	1,60	1,280	0,400	853,7	717	2	410	0,8	1328,0	1332	106	755	1,200	1550,0	1845	312	1035	1,60	1646,0	2256	621	1251
28	56	28,5	1,5	3,45	1,95	1,300	0,487	1458,0	843	-4	483	0,975	2259,0	1565	112	889	1,462	2622,0	2165	350	1218	1,95	2766,0	2645	709	1470
30	60	30,5	2,5	4,50	2,00	0,800	0,500	4059,0	1012	236	564	1,0	7088,0	1914	583	1058	1,500	9432,0	2704	1041	1481	2,00	11433,0	3384	1610	1834
30	70	30,5	2,5	4,90	2,40	0,960	0,600	3755,0	961	153	475	1,2	6297,0	1807	422	883	1,800	8031,0	2538	806	1225	2,40	9360,0	3153	1306	1501
35	70	35,5	3,0	5,10	2,10	0,700	0,525	6077,0	891	264	493	1,05	9007,0	1694	617	928	1,575	12287,0	2407	1060	1307	2,10	15218,0	3029	1593	1628
40	80	41,0	2,25	5,20	2,95	1,311	0,737	3698,0	942	-9	544	1,475	5715,0	1749	117	1000	2,212	6613,0	2419	379	1370	2,95	6950,0	2953	778	1652
45	90	46,0	2,5	5,70	3,20	1,280	0,800	4232,0	886	2	509	1,6	6585,0	1646	130	938	2,400	7684,0	2280	385	1286	3,20	8157,0	2787	766	1553
50	100	51,0	2,7	6,20	3,50	1,296	0,875	4779,0	853	-3	490	1,75	7410,0	1584	116	902	2,625	8609,0	2192	357	1235	3,50	9091,0	2678	721	1491