

Rondelle Belleville : empilage

1. Généralités :

Une rondelle Belleville est une rondelle ressort de forme tronconique.

Elles permettent de concevoir des ressorts de compression sur mesure en effectuant des montages en série, parallèle ou une combinaison des deux. L'utilisateur peut choisir entre plusieurs raideurs et plusieurs déformations.

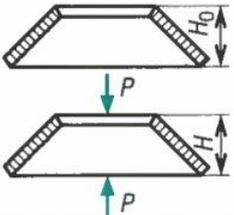
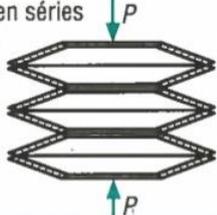
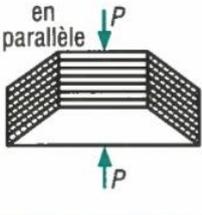
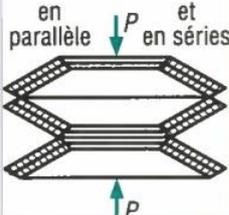
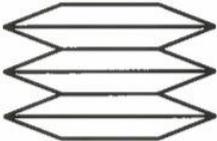
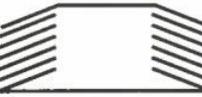
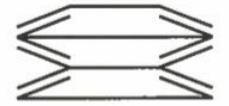
Le matériau de la rondelle est généralement fabriqué à partir de C65 à C75 et 50CrV4 pour les épaisseurs < à 4mm et à partir de 50CrV4 et 45SiCr7 pour les épaisseurs > à 4mm.

2. Utilisation :

Applications extrêmes qui requièrent une haute résistance à la fatigue. Pour montage statique ou dynamique (charge oscillante ou choc).

3. Exemple d'empilage :

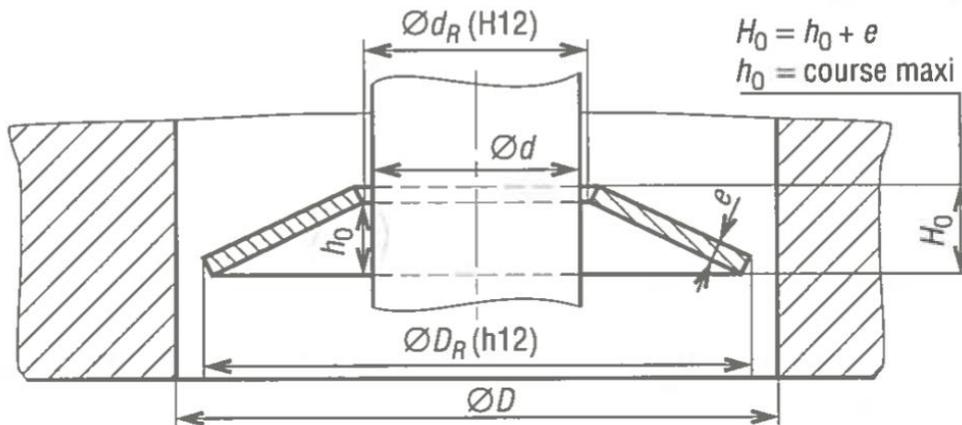
L'image ci-dessous montre différents exemples d'empilage et donne pour chacun la capacité de charge acceptable par le montage ainsi que le calcul de déformation sous une charge P.

Empilages				
	1 seule rondelle	6 rondelles en série	6 rondelles en parallèle	3 couples en parallèle de 2 rondelles en série
Capacité de charge	P	P	6P	2P
Déformation ou flèche	$f = h_0 - h$	6f	f/6	$3f / 2$
Représentation schématique				

4. Dimensions des rondelles et cotes de montages

Pour garantir un bon fonctionnement, le guidage ou le maintien latéral des rondelles doit être assuré par un axe de $\varnothing d$ ou par un alésage de $\varnothing D$.

L'image et le tableau ci-dessous donnent les principales dimensions des rondelles Belleville et de ces diamètres.



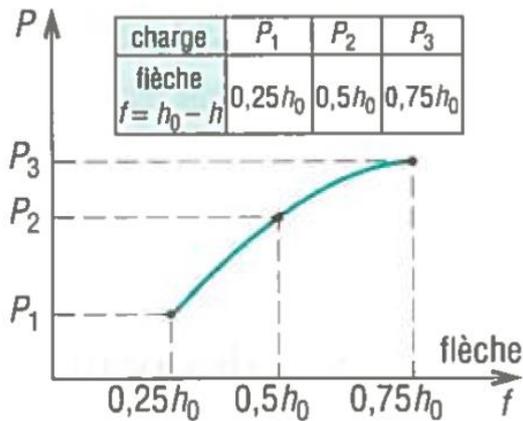
Rondelles ressorts («Belleville») : principales dimensions																						
dimensions communes	d	mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45
	D_R	mm	8	10	12,5	14	16	18	20	22,5	25	28	31,5	35,5	40	45	50	56	63	71	80	90
	d_R	mm	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2	16,3	18,3	20,4	22,4	25,4	28,5	30,5	35,5	41,0	46,0
	D	mm	8,5	10,5	13	14,5	16,5	18,5	20,5	23	25,6	28,6	32,4	36,4	41	46	51	57,2	64,5	72,5	81,5	91,5
série épaisse A	e_A	mm	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3	3	3,5	4	5	5
	h_A	mm	0,6	0,75	1	1,1	1,25	1,4	1,55	1,75	2,05	2,15	2,45	2,80	3,15	3,5	4,1	4,3	4,9	5,6	6,7	7
	P_{1A}	daN	8	12	24	28	36	45	54	69	105	105	140	185	235	280	425	415	540	735	1180	1010
	P_{2A}	daN	15	22	45	54	69	86	105	135	205	200	270	360	450	535	820	790	1040	1410	2290	1980
	P_{3A}	daN	21	32	66	79	100	125	150	190	295	290	390	520	650	775	1200	1140	1500	2050	3360	3150
série mince B	e_B	mm	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,25	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3,5
	h_B	mm	0,55	0,7	0,85	0,9	1,05	1,20	1,35	1,45	1,60	1,80	2,15	2,25	2,65	3,05	3,40	3,60	4,25	4,50	5,30	6,0
	P_{1B}	daN	5	8	12	12	17	23	30	30	37	48	79	73	110	155	195	190	295	290	445	620
	P_{2B}	daN	8	15	21	20	30	41	54	53	65	84	140	130	195	270	350	335	525	505	785	1100
	P_{3B}	daN	11	20	29	27	41	56	74	71	87	110	190	170	260	365	475	445	720	670	1050	1405

f est la flèche
Exemple de désignation : rondelle Belleville $\varnothing 16$ type A

Le h_0 sur la figure correspond au h_A ou h_B du tableau selon le type de rondelle choisie.

5. Effort et déformation

Comme le montre l'image suivante, la déformation d'une rondelle Belleville n'est pas linéaire. Les fournisseurs donnent généralement une charge pour différentes flèche : $0,25h_0$, $0,5h_0$ et $0,75h_0$.



On constate qu'il existe une partie quasi linéaire entre $0,25h_0$ et $0,5h_0$.

Remarque : $0,25$ à $0,5 h_0 = 0,25 h_0$

Exemple : pour la série mince B :

Soit une variation de hauteur entre $0,5 h_0$ et $0,25 h_0$ pour une force exercée de :
 $P_2 - P_1 = 30 - 17 = 13 \text{ daN}$.

La variation de la hauteur est de : $(0,5 - 0,25) \times h_B = 0,25 \times 1,05 = 0,25 \text{ mm}$

On détermine la raideur d'après la formule :

$$F = K \times X$$

F est la charge en Newton.

K est la raideur du système en N/m.

X est la déflexion en m.

$$\text{Soit } K = \frac{P_2 - P_1}{h_2 - h_1} = \frac{130 \text{ N}}{0,25} = \frac{130}{0,25} = 500 \text{ N/mm}$$

6. Revendeur :

Emile Maurin
 Borrelly
 HPC

7. Cas DTS : détermination du nombre et de l'empilage

But : intégrer des rondelles Belleville en dessous le collecteur pour maintenir en compression le système et le positionner dans l'axe de l'expérience.

Cahier des charges :

- Rondelle Belleville pour $\varnothing 8$.
- Collecteur : 20.5 Kg
- Nombre de pieds : 3
- Espace à combler : 3 à 4.5 mm

Déduction : $20.5/3 = 7$ Kg par pied où la force sur chaque pied exercée : $F = 70\text{N}$

Calcul de la flexion d'une Belleville $\varnothing 8$ série mince B :

$$F = K \times X$$

$P1 = 0.25 h_0$ et correspond à 170N

$P2 = 0.5 h_0$ et correspond à 300N

$$K = \frac{P2-P1}{h2-h1} = \frac{(300-170)}{0.25} * 1.05 = \frac{130}{0.25} = 500\text{N/mm}$$

D'où X :

$$X = \frac{F}{K} = \frac{70}{500} = \frac{140}{1000} = 0.14 \text{ mm}$$

Soit la déflexion totale pour 4 rondelles Belleville en série :

$$X = \frac{4F}{K}$$

$$\text{D'où : } X = 4 \times 0.14 = 0.56\text{mm}$$

Nous obtenons une déflexion de 0.56 mm pour 4 Belleville en série. Le tout forme une hauteur à vide de 4.2mm.