

# Composants mécaniques normalisés II

Clavettes, anneaux élastiques &  
segments d'arrêt, joints toriques

Dr. S. Soubielle



# Dans ce cours, nous allons...



## ... Définir les composants d'assemblage usuels suivants :

- ... Clavettes
- ... Anneaux élastiques et segments d'arrêt
- ... Joints toriques

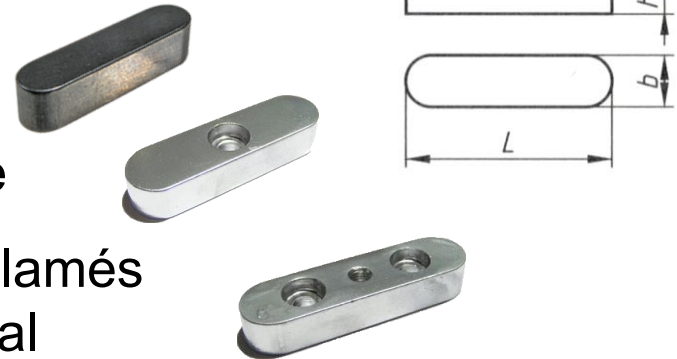
## ... Pour chaque type de composant, nous préciserons

- ... Les variantes et caractéristiques
- ... Les fonctions techniques et règles d'intégration
- ... Les dimensions normales (selon les normes)

# Clavettes parallèles – DIN 6885-1 (1/4)

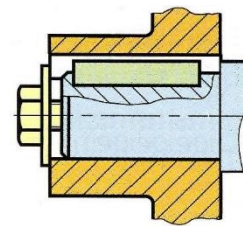
## • Variantes de formes principales

- Forme A → Forme de base
- Forme C → Avec un trou lisse lamé
- Forme E → Avec deux trous lisses lamés + un trou taraudé central

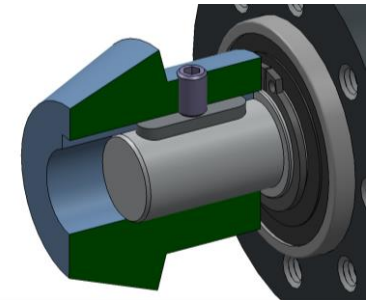


## • Fonction technique = transmission de couple

(= Liaison arbre-moyeu en rotation)

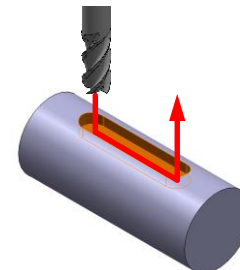


© Guide des Sciences et  
Technologies Industrielles,  
J.-L. Fanchon



## • Interfaces dans arbre et moyeu

- Logement oblong dans l'arbre (fraisage)
- Rainure axiale dans l'alésage (brochage)



# Clavettes parallèles – DIN 6885-1 (2/4)

## • Dimensions de la clavette, du logement, et de la rainure

Diamètre de l'arbre		Clavette		Plage de longueurs	Jeu		Profondeur de la rainure				
au-dessus de	jusqu'à	$b$	$h$ □ h9 □ h11		$s$		Arbre		Moyeu		$d_1$ 1)
		h9		$L$	min	max	$t_1$	Ecart	$t_2$	Ecart	
6	8	2	2	6 ... 20	0,2	0,42	1,2	+0,1 0	1	+0,1 0	$d + 2,5$
8	10	3	3	6 ... 36	0,2	0,42	1,8		1,4		$d + 3,5$
10	12	4	4	8 ... 45	0,3	0,53	2,5		1,8		$d + 4$
12	17	5	5	10 ... 56	0,3	0,53	3		2,3		$d + 5$
17	22	6	6	14 ... 70	0,3	0,53	3,5		2,8		$d + 6$
22	30	8	7	18 ... 90	0,3	0,79	4		3,3		$d + 8$
30	38	10	8	22 ... 110	0,3	0,79	5		3,3		$d + 8$
38	44	12	8	28 ... 140	0,3	0,79	5		3,3		$d + 8$
44	50	14	9	36 ... 160	0,3	0,79	5,5		3,8		$d + 9$
50	58	16	10	45 ... 180	0,3	0,79	6	+0,2 0	4,3	+0,2 0	$d + 11$
58	65	18	11	50 ... 200	0,4	0,91	7		4,4		$d + 11$
65	75	20	12	56 ... 220	0,4	0,91	7,5		4,9		$d + 12$
75	85	22	14	63 ... 250	0,4	0,91	9		5,4		$d + 14$
85	95	25	14	70 ... 280	0,4	0,91	9		5,4		$d + 14$
95	110	28	16	80 ... 320	0,4	0,91	10		6,4		$d + 16$

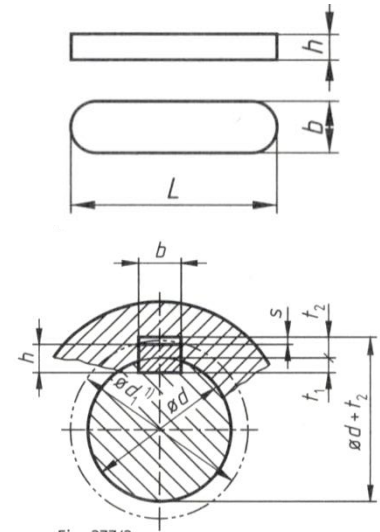


Fig. 277/3

© Extrait de Normes 2018,  
p. 277, Fig. 277/1, Fig.  
277/3, Tableau 277/1

## • Liste des longueurs normales $L$ (en mm)

6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63,  
70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320

# Clavettes parallèles – DIN 6885-1 (3/4)

## • Longueur du logement dans l'arbre

© Extrait de Normes 2018,  
p. 277, Tableau 277/2

Domaines des longueurs		6 ... 28	32 ... 80	90 ... 320
Ecart	Longueur de la rainure	+0,2 / 0	+0,3 / 0	+0,5 / 0
	Longueur de la clavette	0 / -0,2	0 / -0,3	0 / -0,5

## • Largeur de la rainure (alésage) et du logement (arbre)

Largeur de rainure $b$		clavetage libre	clavetage léger	clavetage serré
Tolérance	Arbre	H9	N9	P9
	Alésage	H9	JS9	P9

## • Quel clavetage choisir ?

© Extrait de Normes 2018, p. 277, Tableau 277/3

### – Clavetage libre

Jeu angulaire arbre / moyeu

→ Adapté aux faibles charges (sinon... ↑)

### – Clavetage serré

→ Adapté aux fortes charges

→ Mais démontage compliqué →→→→→

→ Privilégier forme E (démontage avec vis)



*Clavetage léger = bon compromis*

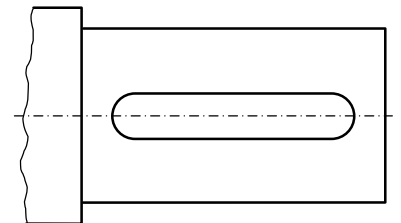
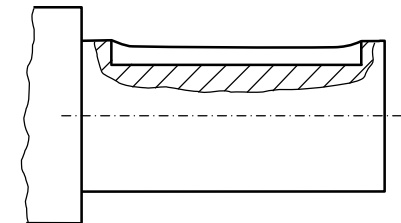
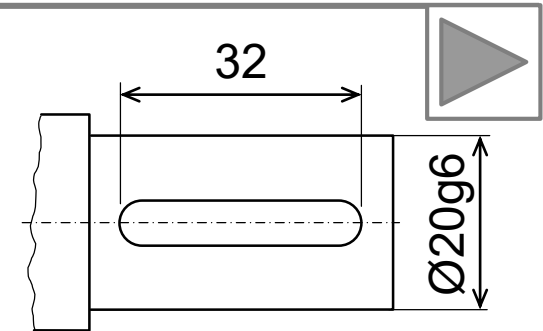
# Clavettes parallèles – DIN 6885-1 (4/4)

## • Exercice d'application



On considère la portée  $\text{Ø}20\text{g}6$  d'un arbre de transmission, équipé d'une clavette DIN 6885-A de longueur nominale 32 mm.

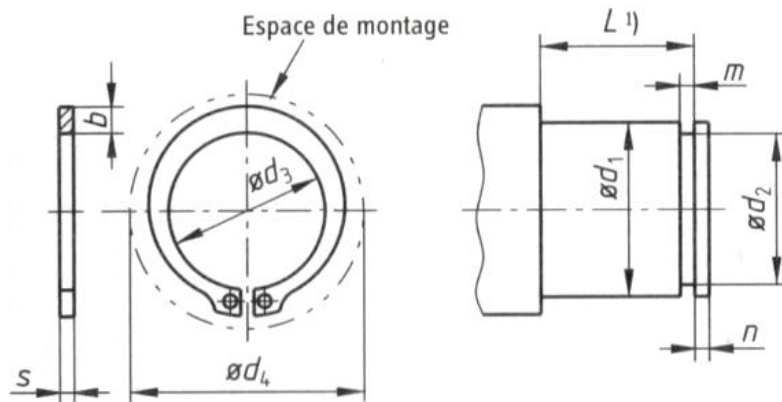
Sachant que le clavetage est léger, effectuer la cotation du logement de clavette dans l'arbre au moyen des deux vues ci-dessous.



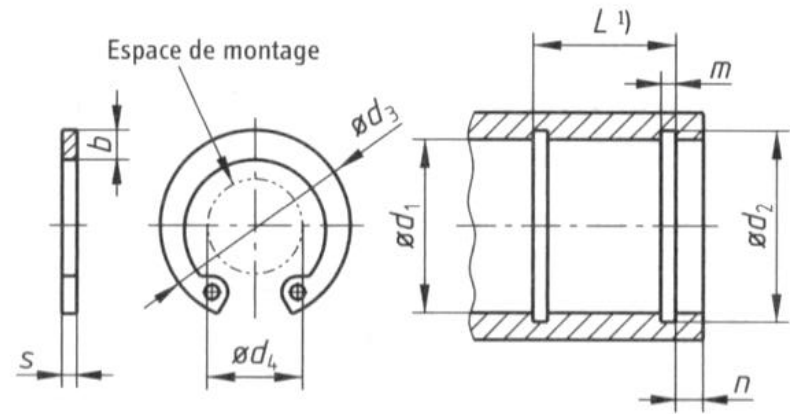


# Anneaux élastiques / Circlips (1/4)

- **Variantes de forme**
  - Pour arbres – DIN 471
  - Pour alésages – DIN 472
- **Montage et fonction technique**
  - Montage axial, avec pince spéciale
  - Fonction technique = Arrêt axial



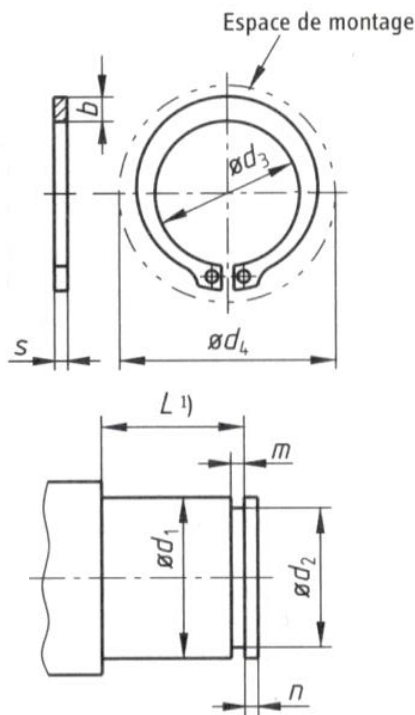
© Extrait de Normes 2018, p. 281, Fig. 281/1



© Extrait de Normes 2018, p. 282, Fig. 282/1

# Anneaux élastiques / Circlips (2/4)

Pour arbres –  
dimensions  
normales  
(en mm) →

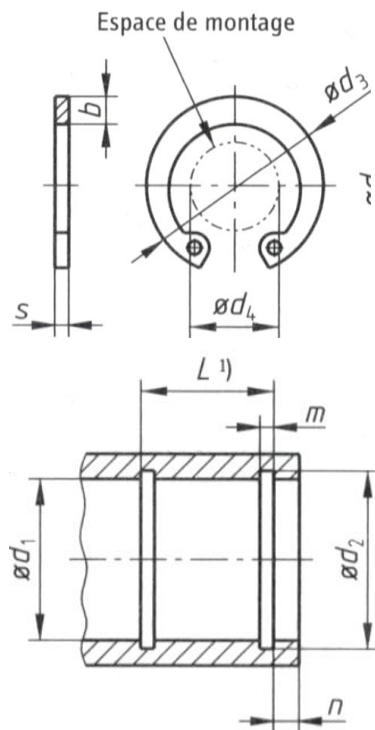


Cotes nominales			Dimensions du circlip			Dimensions de la rainure				Limite de charge $F_N$ de la rainure kN			
Diamètre de l'arbre $d_1$	Epaisseur du circlip		$b$  $\approx$	$d_3$	$d_4$	$d_2$  Classes de tolérances		$m^2)$ H13	$n$ min.				
	$s$	Écart admissible											
12 14 15	1	0 -0,06	1,8 2,1 2,2	11 12,9 13,8	19 21,4 22,6	11,5 13,4 14,3	0 -0,11 (h11)	1,1	0,8 0,9 1,1	1,53 2,15 2,66			
16 17			2,2 2,3	14,7 15,7	23,8 25	15,2 16,2			1,2 3,46				
18 20 22			1,2	2,4 2,6 2,8	16,5 18,5 20,5	26,2 28,4 30,8			17 19 21	0 -0,13 (h11)	1,3	1,5 5,06 5,65	
25				3	23,2	34,2			23,9			1,7 7,05	
28 30				1,5	3,2 3,5	25,9 27,9			37,9 40,5			26,6 28,6	0 -0,21 (h12)
32 35	3,6 3,9				29,6 32,2	43 46,8	30,3 33	2,6 13,85 17,8					
36 40 45	1,75		4 4,4 4,7		33,2 36,5 41,5	47,8 52,6 59,1	34 37,5 42,5	0 -0,25 (h12)	1,85	3 18,33 25,3 28,6			
50 55 60			2		5,1 5,4 5,8	45,8 50,8 55,8	64,5 70,2 75,6			47 52 57	0 -0,3 (h12)	2,15	
65 70				2,5	6,3 6,6	60,8 65,5	81,4 87			62 67			0 -0,3 (h12)
75 80	7 7,4				70,5 74,5	92,7 98,1	72 76,5	57,6 71,6					
85 90	3				0 -0,08	7,8 8,2	79,5 84,5	103,3 108,5	81,5 86,5	0 -0,54 (h13)			
95 100			8,6 9			89,5 94,5	114,8 120,2	91,5 96,5	85,5 90				



# Anneaux élastiques / Circlips (3/4)

**Pour alésages  
– dimensions  
normales  
(en mm) →**



Cotes nominales			Dimensions du circlip			Dimensions de la rainure			Limite de charge $F_N$ de la rainure kN	
Diamètre d'alésage $d_1$	Epaisseur du circlip $s$	Écart. admiss.	$b$	$d_3$	$d_4$	$d_2$	$m^2)$	$n$		
			$\approx$			Classes de tolérances	H13	min	max.	
28 30 32	1,2	0 -0,06	2,9 3 3,2	30,1 32,1 34,4	17,9 19,9 20,6	29,4 31,4 33,7	+0,21/0 (H12)	1,3	2,1 2,1 2,6	10,5 11,3 14,6
35 37	1,5		3,4 3,6	37,8 39,8	23,6 25,4	37 39	+0,25 0 (H12)	1,6	3	18,8 19,8
40 42 45 47	1,75		3,9 4,1 4,3 4,4	43,5 45,5 48,5 50,5	27,8 29,6 32 33,5	42,5 44,5 47,5 49,5		1,85	3,8	27 28,4 30,2 31,4
50 52 55 60 62	2	0 -0,07	4,6 4,7	54,2 56,2	36,3 37,9	53 55	+0,30 0 (H12)	2,15	4,5	40,5 42 44,4 48,3 49,8
65 68 70 72	2,5		5 5,4 6,2 6,4	59,2 64,2 74,5 76,5	40,7 44,7 53,6 55,6	58 63 73 75		2,65		51,8 54,5 56,2 58
75 80			6,6 7	79,5 85,5	58,6 62,1	78 83,5				60 74,6
85 90 95 100	3	0 -0,08	7,2 7,6 8,1 8,4	90,5 95,5 100,5 105,5	66,9 71,9 76,5 80,6	88,5 93,5 98,5 103,5	+0,35 0 (H12)	3,15	5,3	79,5 84 88,6 93,1
110 115 120 125 130 140 145 150	4	0 -0,1	9 9,3 9,7 10 10,2 10,7 10,9 11,2	117 122 127 132 137 147 152 158	88,2 93 96,9 101,9 106,9 116,5 121 124,8	114 119 124 129 134 144 149 155	+0,54 0 (H13)	4,15	6	117 122 127 132 138 148 153 191
							+0,63 0 (H13)			

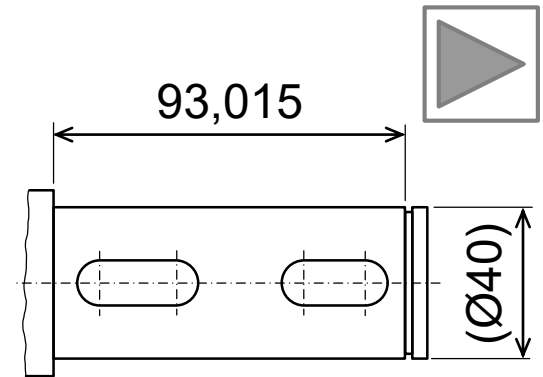
# Anneaux élastiques / Circlips (4/4)

- Exercice d'application**



Soit l'arbre de transmission ci-contre, sur lequel sont montés deux pignons d'épaisseurs respectives 40,875 mm et 32,500 mm, séparés par une entretoise d'ép. 19,720 mm.

Le circlip va-t-il pouvoir se monter, sachant que la gorge à circlip dans l'arbre est conforme à l'Extrait de Normes ?

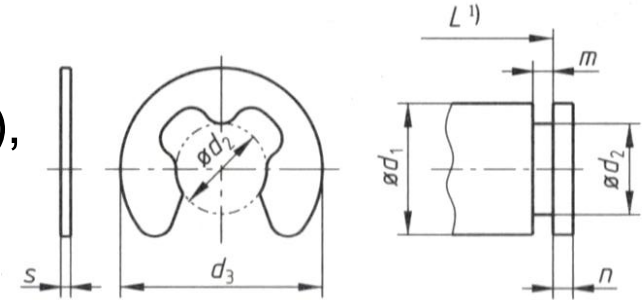


# Segment d'arrêt – DIN 6799



## Montage et fonction technique

- Montage radial (sur arbre uniquement), sans besoin de pince spéciale
- Fonction technique = arrêt axial
- Valable dès arbre de  $\varnothing 1$



## Dimensions normales (en mm) →

Diamètre de l'arbre		Dimensions du segment			Dimensions de la rainure				Limite de charge $F_N$ de la rainure	
de	à	$d_2$ Cote nominale	$d_3$ monté	$s$	$d_2$ Ecart	$m^{2)}$ Ecart	$n$ min.	kN	pour $d_1$	
1	1,4	0,8	2,25	0,2	0,8	0/-0,04 (h11)	0,24	0,4	0,03	1,2
1,4	2	1,2	3,25	0,3	1,2		0,34	0,6	0,04	1,5
2	2,5	1,5	4,25	0,4	1,5	0	0,44	0,8	0,07	2
2,5	3	1,9	4,8	0,5	1,9	-0,06 (h11)	0,54	1	0,1	2,5
3	4	2,3	6,3	0,6	2,3		0,64	1	0,15	3
4	5	3,2	7,3	0,6	3,2		0,64	1,2	0,22	4
5	7	4	9,3	0,7	4	0	0,74	1,2	0,25	5
6	8	5	11,3	0,7	5	-0,075 (h11)	0,74	1,2	0,9	7
7	9	6	12,3	0,7	6		0,74	1,2	1,1	8
8	11	7	14,3	0,9	7		0,94	1,5	1,25	9
9	12	8	16,3	1	8	0	1,05	1,8	1,42	10
10	14	9	18,8	1,1	9	-0,09 (h11)	1,15	2	1,6	11
11	15	10	20,4	1,2	10		1,25	2	1,7	12
13	18	12	23,4	1,3	12	0	1,35	2,5	3,1	15
16	24	15	29,4	1,5	15	-0,11 (h11)	1,55	3	7	20
20	31	19	37,6	1,75	19	0	1,8	3,5	10	25
25	38	24	44,6	2	24	-0,13 (h11)	2,05	4	13	30
35	42	30	52,6	2,5	30		2,55	4,5	16,5	36

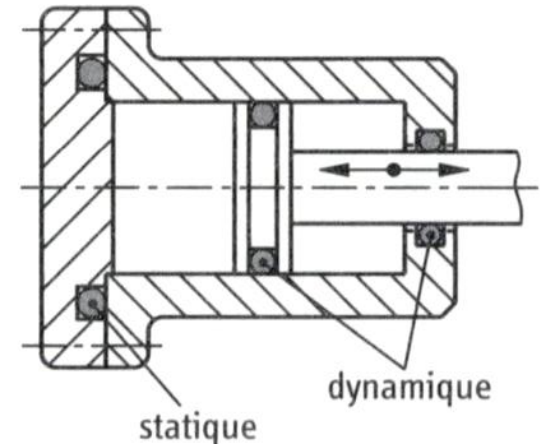
© Extrait de Normes 2018,  
p. 280, Figure 280/1  
et Tableau 280/1 →



# Joints toriques – ISO 3601 (1/6)

- **Fonction technique**

- Étanchéité par séparation hermétique
- Valable pour de l'étanchéité « statique » (sans mouvement relatif entre les pièces) ou « dynamique » (avec mouvement relatif entre les pièces)



- **Montages possibles**

- **Interface cylindre / cylindre**
  - Étanchéité statique et dynamique possibles
  - Usinage d'une gorge dans l'arbre ou l'alésage
- **Interface plan / plan**
  - Plutôt réservé à de l'étanchéité statique
  - Usinage d'une rainure circulaire sur le plan d'une des deux pièces d'interface



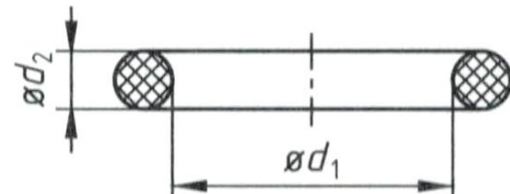


# Joints toriques – ISO 3601 (2/6)

## • Dimensions (en mm) – AS 568 / BS 1806 / ISO 3601-1

Code dimensionnel	Dimensions $d_1 \times d_2$	Tol. A $d_1$	Tol. B $d_1$	Tol. $d_2$	Code dimensionnel	Dimensions $d_1 \times d_2$	Tol. A $d_1$	Tol. B $d_1$	Tol. $d_2$	Code dimensionnel	Dimensions $d_1 \times d_2$	Tol. A $d_1$	Tol. B $d_1$	Tol. $d_2$
005	2,57 x 1,78	±0,13	±0,13	±0,08	210	18,64 x 3,53	±0,25	±0,25	±0,10	335	69,22 x 5,33	±0,51	±0,61	±0,13
006	2,90 x 1,78	±0,13	±0,13		211	20,22 x 3,53	±0,25	±0,27		336	72,39 x 5,33	±0,51	±0,64	
007	3,68 x 1,78	±0,13	±0,14		212	21,82 x 3,53	±0,25	±0,28		337	75,57 x 5,33	±0,61	±0,66	
008	4,47 x 1,78	±0,13	±0,15		213	23,39 x 3,53	±0,25	±0,29		339	81,92 x 5,33	±0,61	±0,70	
009	5,28 x 1,78	±0,13	±0,15		214	24,99 x 3,53	±0,25	±0,30		340	85,09 x 5,33	±0,61	±0,72	
010	6,07 x 1,78	±0,13	±0,16		215	26,57 x 3,53	±0,25	±0,31		345	100,97 x 5,33	±0,71	±0,83	
011	7,65 x 1,78	±0,13	±0,17		216	28,17 x 3,53	±0,30	±0,32		352	123,19 x 5,33	±0,76	±0,98	
012	9,25 x 1,78	±0,13	±0,18		218	31,34 x 3,53	±0,30	±0,35		363	164,47 x 5,33	±1,02	±1,26	
013	10,82 x 1,78	±0,13	±0,20		219	32,92 x 3,53	±0,30	±0,36		368	196,22 x 5,33	±1,14	±1,47	
014	12,42 x 1,78	±0,13	±0,21		220	34,52 x 3,53	±0,30	±0,37		445	202,57 x 6,99	±1,14	±1,51	±0,15
015	14,00 x 1,78	±0,18	±0,22		221	36,09 x 3,53	±0,30	±0,38		446	215,27 x 6,99	±1,40	±1,59	
016	15,60 x 1,78	±0,23	±0,23		223	40,87 x 3,53	±0,38	±0,42		447	227,97 x 6,99	±1,40	±1,67	
113	13,94 x 2,62	±0,18	±0,22	Tol. A ±0,08 Tol. B ±0,09	224	44,04 x 3,53	±0,38	±0,44	±0,10	451	278,77 x 6,99	±1,52	±2,00	
114	15,54 x 2,62	±0,23	±0,23		226	50,39 x 3,53	±0,46	±0,48		454	316,87 x 6,99	±1,52	±2,25	
115	17,12 x 2,62	±0,23	±0,24		230	63,09 x 3,53	±0,51	±0,57		461	405,26 x 6,99	±1,91	±2,81	
116	18,72 x 2,62	±0,23	±0,26		240	94,84 x 3,53	±0,51	±0,79						
117	20,29 x 2,62	±0,25	±0,27		250	126,59 x 3,53	±0,89	±1,00						
118	21,89 x 2,62	±0,25	±0,28		260	164,69 x 3,53	±1,02	±1,26						
119	23,47 x 2,62	±0,25	±0,29		270	228,19 x 3,53	±1,27	±1,68						
121	26,64 x 2,62	±0,25	±0,31		280	355,19 x 3,53	±1,65	±2,49						
122	28,24 x 2,62	±0,25	±0,33		326	40,64 x 5,33	±0,38	±0,41	±0,13					
123	29,82 x 2,62	±0,30	±0,34		328	46,99 x 5,33	±0,38	±0,46						
124	31,42 x 2,62	±0,30	±0,35		329	50,17 x 5,33	±0,46	±0,48						
125	32,99 x 2,62	±0,30	±0,36		330	53,34 x 5,33	±0,46	±0,50						
126	34,59 x 2,62	±0,30	±0,37		332	59,69 x 5,33	±0,46	±0,55						
127	36,17 x 2,62	±0,30	±0,38											
128	37,77 x 2,62	±0,30	±0,39	Tol. A ±0,08 Tol. B ±0,09										
129	39,34 x 2,62	±0,38	±0,40											
130	40,94 x 2,62	±0,38	±0,42											
131	42,52 x 2,62	±0,38	±0,43											

© Extrait de Normes 2018,  
p. 295, Fig. 295/1 et Tableau 295/1



--> Dimensions pour applications  
de « mécanique générale »

# Joints toriques – ISO 3601 (3/6)

- **Matières utilisées = élastomères thermoplastiques**

- **NBR (Élastomère Butadiène-Nitrile)**

- Usage général, en présence d'huile ou de graisse
- Joints bon marché



- **EPDM (Éthylène Propylène Diène Monomère)**

- Résistance accrue au gonflement, en présence d'eau, d'acides, de bases, de cétones, etc.



- **FKM, ou Viton® (Caoutchouc Fluorocarbonate)**

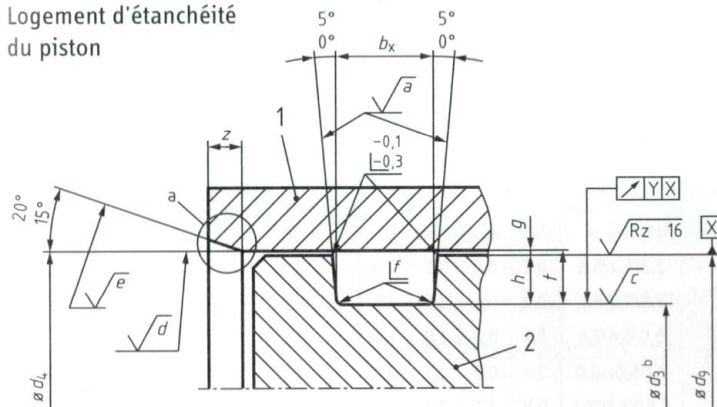
- Résistance chimique élevée aux solvants et fluides chimiquement agressifs
- Joints haut de gamme... et chers !



# Joints toriques – ISO 3601 (4/6)

## • Profil de la gorge (interface cylindre-cylindre)

Logement d'étanchéité  
du piston

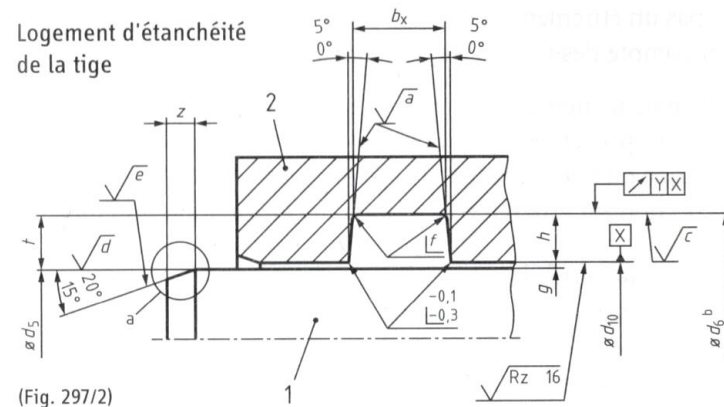


Légende:

1	Alésage	a, c, d, e	Rugosité de la surface
2	Piston	f	Rayon du logement
		b_x	Largeur du logement du joint torique

© Extrait de Normes 2018,  
p. 297, Fig. 297/1 et Fig. 297/2

Logement d'étanchéité  
de la tige



(Fig. 297/2)

a Aucune bavure n'est tolérée dans cette zone; le bord doit être arrondi.  
b Diamètre du logement (fond de la gorge)  $d_3, d_6 \leq 50$ :  
Tolérance max. de faux-rond  $Y = 0,025$

Diamètre du logement (fond de la gorge)  $d_3, d_6 > 50$ :  
Tolérance max. de faux-rond  $Y = 0,05$

## • Profil de la rainure circulaire (interface plan-plan)

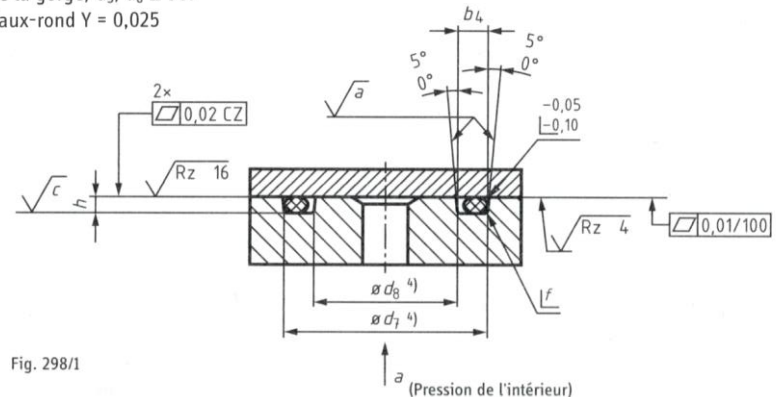


Fig. 298/1

© Extrait de Normes 2018, p. 298, Fig. 298/1 →

# Joints toriques – ISO 3601 (5/6)

## • Règles générales de conception

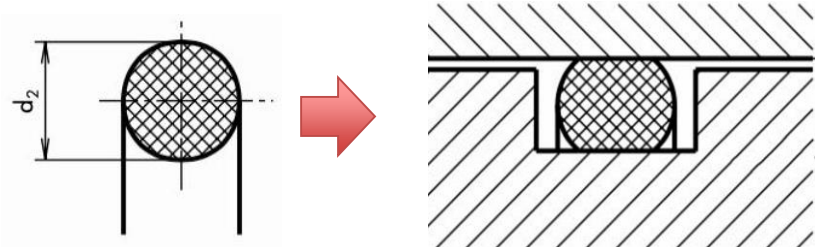
### – Rugosités de surface de la gorge et de la contre-pièce (cas arbre / alésage)

- Surfaces latérales  $a$ , chanfrein  $e$  →  $Ra$  1,6 et  $Rz$  6,3
- Diamètre du fond de rainure  $c$  →  $Ra$  1,6 et  $Rz$  6,3
- Surface de contact statique  $d$  →  $Ra$  1,6 et  $Rz$  6,3
- Surface de contact dynamique  $d$  →  $Ra$  0,4 et  $Rz$  1,6

### – Déformation maximale du joint (NBR)

- Dilatation permanente du diamètre intérieur  $d_1$  → doit rester  $< 6 \%$
- Contraction permanente du dia. ext.  $d_1 + 2d_2$  (écrasement) → doit rester  $< 3 \%$

--> Conditions fonctionnelles sur le diamètre de l'alésage et le diamètre en fond de gorge





# Joint toriques – ISO 3601 (6/6)

- Dimensions des gorges et des rainures** © Extrait de Normes 2018, p. 298, Tableau 298/1

Dia- mètre de section des joints toriques $d_2$ <sup>2)</sup>	Étanchéité dynamique					Étanchéité dynamique et statique		Étanchéité statique fig. 298/1 Déformation axiale, pression de l'intérieur				
	Application tige fig. 297/2	Application piston fig. 297/1	Profondeur de la gorge		Largeur de la gorge Avec 0, 1 ou 2 bagues d'appui	Rayon du fond de la gorge		Chanfrein		Largeur de la gorge Liquides	Largeur de la gorge Gaz/vide	Profon- deur de la gorge
			Hydr.	Pneum.				15°	20°			
	$d_5/d_{10}$ f7/H8	$d_4/d_9$ H8/f7	$h$	$h$	+0,25 $b_1/b_2/b_3$ 0	$f_{min}$	$f_{max}$	$z$	$z$	+0,2 $b_4$ 0	+0,2 $b_4$ 0	+0,1 $h$ 0
1,78	2 ... 8	4 ... 12	voir les données du fabricant ou la norme ISO 3601-2 <sup>5)</sup>		2,8/4,2/5,6	0,2	0,4	1,1	0,9	3,2	2,9	1,3
2,62	>8 ... 18	>12 ... 24			3,8/5,2/6,6	0,2	0,4	1,5	1,1	4,0	3,6	2,0
3,53	>18 ... 38	>24 ... 46			5,0/6,4/7,8	0,4	0,8	1,8	1,4	5,3	4,8	2,7
5,33	>38 ... 112	>46 ... 124			7,2/9,0/10,0	0,4	0,8	2,7	2,1	7,6	7,0	4,2
6,99	>112 ... 400	>124 ... 500			9,5/12,3/15,1	0,8	1,2	3,6	2,8	9,0	8,5	5,7

→ Les tolérances H8 / f7 pour  $d_4 / d_9$  et f7 / H8 pour  $d_5 / d_{10}$  sont valables pour les cas d'étanchéité statique et dynamique

→ Tolérances H9 / h9 pour  $d_7 / d_8$

# Des questions ?

---



# Récapitulatif des normes utilisées

---

- DIN 471** Anneaux d'arrêt pour arbres - Type standard et type robuste
- DIN 472** Anneaux d'arrêt pour alésages - Type standard et type robuste
- DIN 6885-1** Clavetages - clavettes parallèles - rainures - forme haute
- DIN 6799** Bagues de frein (bagues de retenue) pour arbres
- ISO 3601-1** Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Joints toriques —  
Partie 1: Diamètres intérieurs, sections, tolérances et codes  
d'identification dimensionnelle
- ISO 3601-2** Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Joints toriques —  
Partie 2: Dimensions des logements pour applications générales
- ISO 8015** Spécification géométrique des produits (GPS) — Principes  
fondamentaux — Concepts, principes et règles
- ISO 80000-3** Grandeurs et unités - Partie 3: Espace et temps