

Résumé Semaine 12

Assemblages boulonnés II

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

Résumé semaine 12

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I

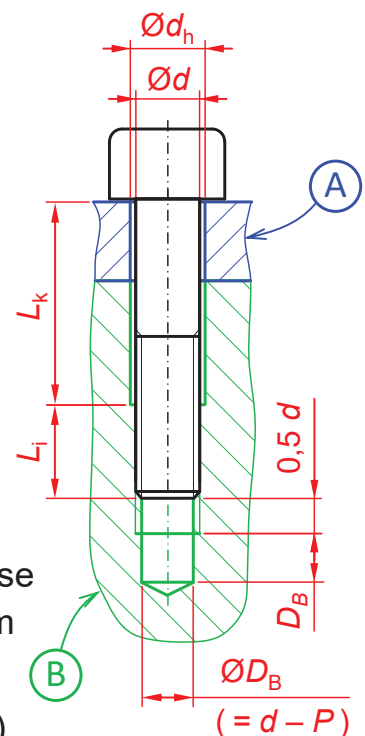
Règles de construction (synthèse)

- **Préférer le trou taraudé à l'écrou**

- Trou lisse d_h sur la première pièce
- Diamètre de l'avant-trou $D_B = d - P$
- Prof. avant-trou – prof. taraudage $\approx 1 \times D_B$
- Espacement vis / fond de taraudage $\approx 0,5 d$

- **Dimensionnement de la vis**

- **Diamètre nominal d et classe de qualité**
 - Dépend de l'intensité des efforts extérieurs
- **Profondeur d'implantation L_i**
 - Détermine la contrainte τ dans les filets en prise
 - $= 1,5 \times d$ si acier / $= 2 \times d$ si fonte ou aluminium
- **Longueur de raideur minimale $(L_k)_{\min}$**
 - Détermine la rigidité de la vis $k_{\text{vis}} (= A_s \cdot E / L_k)$
 - $= 1 \times d$ si F_{ext} constante / $3 \times d$ si F_{ext} variable / $5 \times d$ si F_{ext} vibratoire



S. Soubielle

2

Serrage des vis et des écrous

• Serrage au couple

- Nécessaire pour contrôler la force de traction de la vis
- Couple de serrage max. dépend de la classe de qualité de la vis



• Références principales pour la visserie

 Vis t cy 6pc ISO 4762

 Vis t 6p ISO 4014 / 4017

 Vis t co 6pc ISO 10642

 Rdl ISO 7089

 Vis st 6pc ISO 4026

 Rdl DIN 127

• Clés de serrage

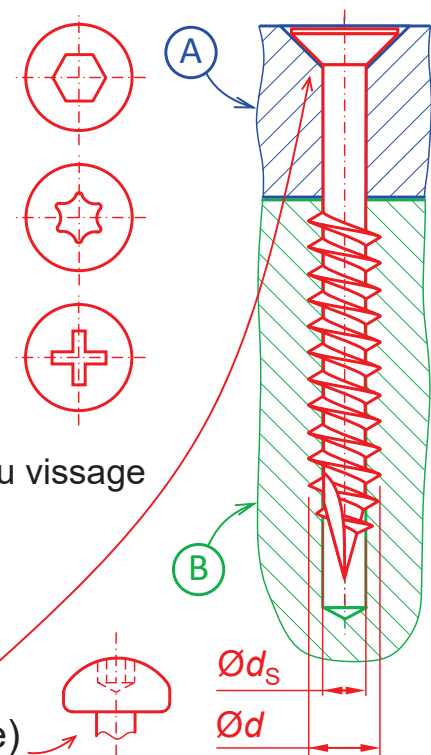
Empreinte 6pc → 

Empreinte 6p → 

Et si vissage dans bois, plastique, tôles ?

• Principes généraux

- **Vis auto-taraudeuse**
 - Seul un perçage à d_s (diamètre de tige) est fait dans les pièces à assembler
- **Matériaux mous et peu résistants**
 - Dents hautes pour une meilleure prise
- **Empreinte de clé**
 - Prévue pour exercer un effort axial lors du vissage
 - Six-pans creux, torx, cruciforme, etc.



• Face d'appui vis / pièce « A »

- **Bois** → Conique (la plupart du temps)
- **Plastique & tôle** → Plate (tête bombée)

Quiz TurningPoint (me101)

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares, intended for taking notes during the quiz.

Notes personnelles

A large grid of graph paper for personal notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.

Solutions d'assemblage statique I

Interfaces usuelles & Composants mécaniques normalisés

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

Solutions d'assemblage statique I

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I



Dans ce cours, nous allons...

... Caractériser le besoin d'assemblage statique

- ... Pourquoi assembler en liaison totale des pièces entre elles ?
- ... Quels types d'interfaces sont les plus couramment utilisées ?

... Définir les composants standardisés usuels

- ... Goupilles cylindriques et goupilles élastiques
- ... Clavettes
- ... Anneaux élastiques et segments d'arrêt

... Pour chaque type de composant, nous préciserons

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

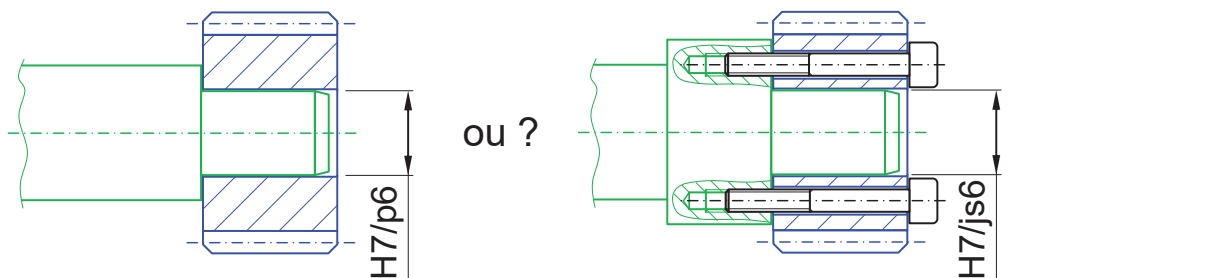
Assemblage statique : pour quoi faire ?

• Fabrication

- Pour permettre la fabrication (si impossible en une seule pièce)
- Pour réduire les coûts
- Si besoin de matériaux différents

• Exigences à l'assemblage

- Niveau de précision de positionnement entre pièces ?
- Intensité des efforts qui transitent ?



Assemblage statique : solutions usuelles

• Interfaces usuelles d'assemblage (rappel)

- Plan / plan
- Cylindre / cylindre

• Combinaisons usuelles d'interfaces

– Plan / plan + cylindre / cylindre

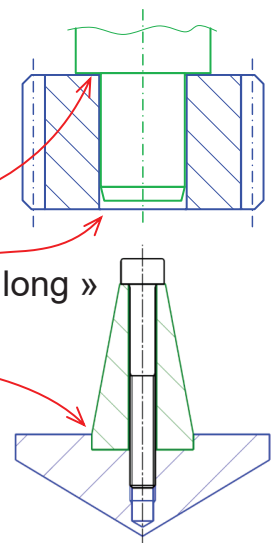
- Apparition d'un « épaulement » sur l'arbre
- Obtention d'un « centrage court » ou d'un « centrage long »

– Liaison totale

Les derniers DDL sont bloqués par obstacle et/ou par frottement statique

• Utilisation de composants standardisés

→ Goupilles, clavettes, anneaux élastiques, segments d'arrêt



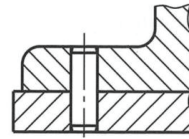
Goupilles (1/3)



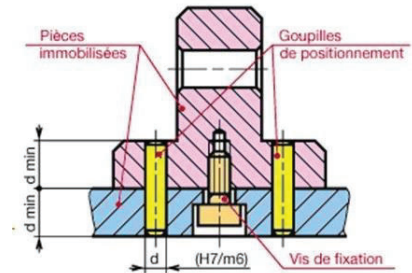
Fonctions techniques

Mise en position plan sur plan

- Ajustement incertain sur le support / avec jeu sur la 2^{ème} pièce
- En général combiné à un AB

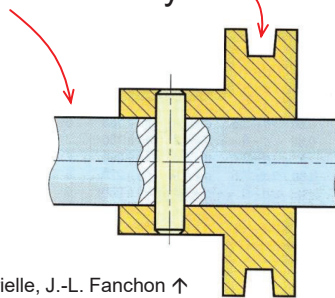


© Extrait de Normes 2022, p. 306, fig. 306/4



Liaison totale arbre-moyeu (avec maintien en position)

- La goupille traverse l'arbre et le moyeu (par ex. radialement)
- Ajustement incertain ou serré sur les 2 pièces (dépend de l'intensité des efforts extérieurs)



© Guide des sciences et technologies industrielle, J.-L. Fanchon ↑

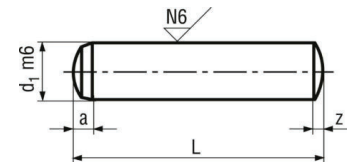


Goupilles (2/3)



Goupille cylindrique ISO 8734

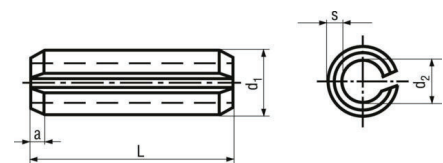
- Acier haute résistance trempé + rectifié
- Finition sur le $\varnothing \rightarrow$ h6 ou m6 / Ra 0,8
- Tolérances de montage (pour métaux, avec Ra 1,6 dans le trou)



	h6	m6
Avec jeu	H7	F7
Incertain	JS7, N7	H7
Serré	P7	JS7

Goupille élastique à fente droite

- Chassée (à la presse) dans l'alésage
- Type d'exécution
 - Faibles charges $\rightarrow$ « légère » ISO 13337
 - Fortes charges $\rightarrow$ « lourde » ISO 8752
- Tolérances de montage : H12 / Ra 6,3



Goupilles (3/3)



- **Dimensions normales (en mm) →**

- **Longueurs normales L (en mm) ↓**

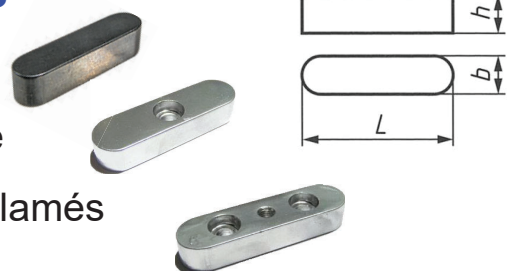
4, 5, 6, 8, 10,
12, 14, 16, 18,
20, 22, 24, 26,
28, 30, 32, 35,
40, 45, 50, 55,
60, 65, 70, 75,
80, 85, 90, 95,
100, 120, 140,
160, 180, 200

Diamètre nominal d	Longueur L		
	ISO 8734	ISO 13337	ISO 8752
1	3 ... 10	-	4 ... 20
1,2		-	-
1,5	4 ... 16	-	4 ... 20
2	5 ... 20	4 ... 30	4 ... 30
2,5	6 ... 24	4 ... 30	4 ... 30
3	8 ... 30	4 ... 40	4 ... 40
3,5	-	4 ... 40	4 ... 40
4	10 ... 40	4 ... 50	4 ... 40
4,5	-	6 ... 50	5 ... 50
5	12 ... 50	6 ... 80	5 ... 80
6	14 ... 60	10 ... 100	10 ... 100
8	16 ... 80	10 ... 120	10 ... 120
10	22 ... 100	10 ... 160	10 ... 160

Clavettes parallèles DIN 6885-1 (1/4)

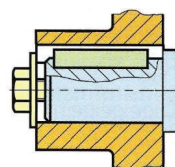
- **Variantes de formes principales**

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

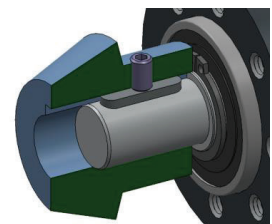


- **Fonction technique = transmission de couple**

(= Liaison arbre-moyeu en rotation)

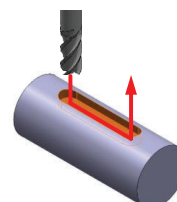


© Guide des Sciences et Technologies Industrielles, J.-L. Fanchon



- **Interfaces dans l'arbre et le moyeu**

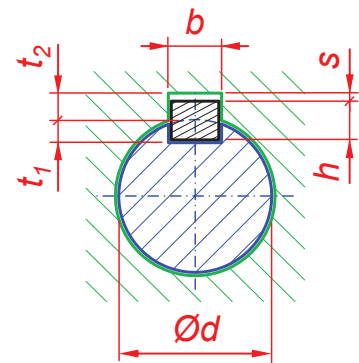
- Rainure oblongue dans l'arbre (fraisage)
- Rainure débouchante dans l'alésage



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	Profondeur de la rainure			
au-dessus de	jusqu'à	b	h	L	Arbre		Moyeu	
					t_1 ²⁾	Ecart	t_2 ²⁾	Ecart
6	8	2 h9	2 h9	6 ... 20	1,2		1	
8	10	3 h9	3 h9	6 ... 36	1,8		1,4	
10	12	4 h9	4 h9	8 ... 45	2,5	+0,1 0	1,8	+0,1 0
12	17	5 h9	5 h9	10 ... 56	3		2,3	
17	22	6 h9	6 h9	14 ... 70	3,5		2,8	
22	30	8 h9	7 h11	18 ... 90	4		3,3	
30	38	10 h9	8 h9	22 ... 110	5		3,3	
38	44	12 h9	8 h9	28 ... 140	5		3,3	
44	50	14 h9	9 h11	36 ... 160	5,5		3,8	
50	58	16 h9	10 h11	45 ... 180	6	+0,2 0	4,3	+0,2 0
58	65	18 h9	11 h11	50 ... 200	7		4,4	
65	75	20 h9	12 h11	56 ... 220	7,5		4,9	
75	85	22 h9	14 h11	63 ... 250	9		5,4	
85	95	25 h9	14 h11	70 ... 280	9		5,4	
95	110	28 h9	16 h11	80 ... 320	10		6,4	



← © Extrait de Normes 2022, p. 311, Tableau 311/1, partiel

• 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 de la rainure dans l'arbre

© Extrait de Normes 2022, p. 311, Tableau 311/2

Plage de 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 dans l'arbre et le moyeu

Largeur de rainure b		clavetage libre	clavetage léger	clavetage serré
Tolérance	Arbre	H9	N9	P9
	Alésage	D10	JS9	P9

© Extrait de Normes 2022, p. 311, Tableau 311/3

• Quel clavetage choisir ?

– Clavetage libre

Jeu angulaire arbre / moyeu

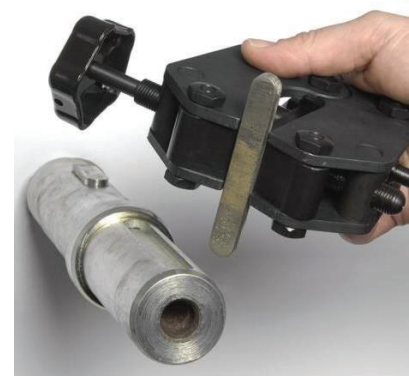
→ Adapté aux faibles charges (sinon... ↑)

– Clavetage serré

→ Adapté aux fortes charges

→ Mais démontage compliqué →→→→→

→ Privilégier forme E (démontage avec vis)



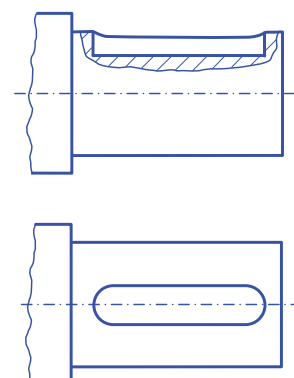
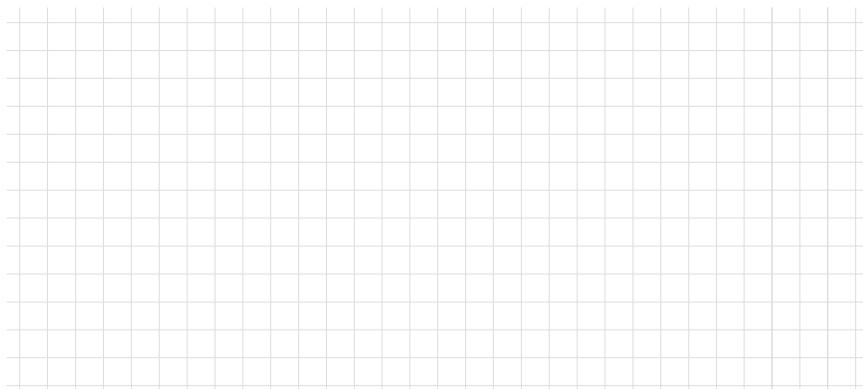
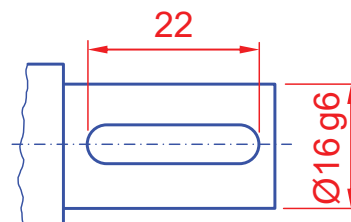
Clavettes parallèles DIN 6885-1 (4/4)



Exercice d'application

On considère la portée $\varnothing 16$ g6 d'un arbre de transmission, équipé d'une clavette DIN 6885-A de longueur nominale 22 mm.

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



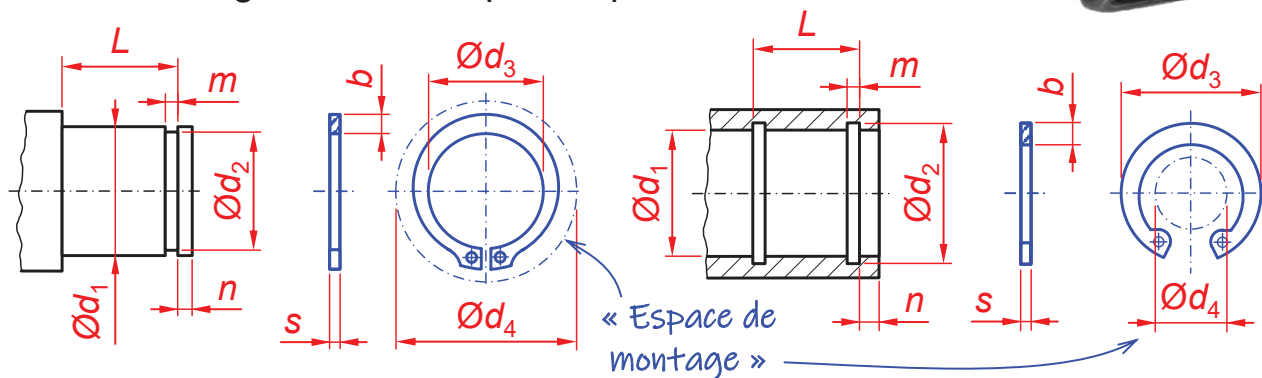
Anneaux élastiques (« circlips ») (1/4)

• Variantes de forme

- Pour arbres – DIN 471
- Pour alésages – DIN 472

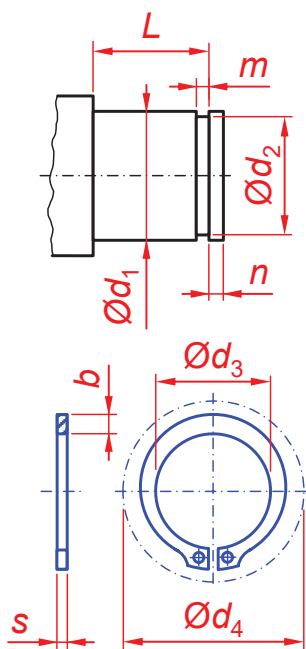
• Fonction technique et montage

- Fonction technique = Arrêt axial
- Montage axial, avec pince spéciale



Anneaux élastiques (« circlips ») (2/4)

Pour arbres
(en mm) →

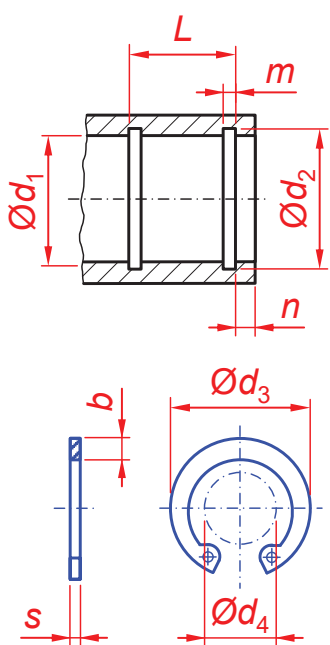


© Extrait de Normes 2022,
Tableau 315/1 →

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 s	Écart admissible	b ≈	d_3	d_4	d_2 Classes de tolérances	$m^2)$ H13	n min.	
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
16 17			2,2 2,3	14,7 15,7	23,8 25	15,2 16,2		1,2	3,26 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	4,58 5,06 5,65
25			3	23,2	34,2	23,9	0 -0,21 (h12)	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 -0,25 (h12)	1,6	2,1 2,6
32 35			3,6 3,9	29,6 32,2	43 46,8	30,3 33		3	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		3,8	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	38 42 46
65 70	2,5		6,3 6,6	60,8 65,5	81,4 87	62 67		4,5	49,8 53,8
75 80			7 7,4	70,5 74,5	92,7 98,1	72 76,5		2,65	57,6 71,6
85 90 95 100	3	0 -0,08	7,8 8,2 8,6 9	79,5 84,5 89,5 94,5	103,3 108,5 114,8 120,2	81,5 86,5 91,5 96,5	0 -0,54 (h13)	3,15	76,2 80,8 85,5 90

Anneaux élastiques (« circlips ») (3/4)

Pour alésages
(en mm) →



© Extrait de Normes 2022,
p. 316, Tableau 316/1 →

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		
			≈			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	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
55 60 62			5 5,4 5,5	59,2 64,2 66,2	40,7 44,7 46,7	58 63 65				44,4 48,3 49,8
65 68 70 72			5,8 6,1 6,2 6,4	69,2 72,5 74,5 76,5	49 51,6 53,6 55,6	68 71 73 75				51,8 54,5 56,2 58
75 80	2,5		6,6 7	79,5 85,5	58,6 62,1	78 83,5			5,3	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		79,5 84 88,6 93,1
110 115	4	0 -0,1	9 9,3	117 122	88,2 93	114 119	+0,54 0 (H13)	4,15	6	117 122
120 125			9,7 10	127 132	96,9 101,9	124 129	+0,63 0 (H13)			127 132
130 140			10,2 10,7	137 147	106,9 116,5	134 144				138 148
145 150			10,9 11,2	152 158	121 124,8	149 155				153 191

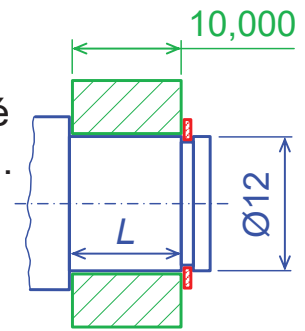
Anneaux élastiques (« circlips ») (4/4)



Exercice d'application

L'anneau ci-contre d'ép. 10,000 mm doit être monté sur un arbre $\varnothing 12$ avec un jeu axial max. de 0,1 mm.

Quelle valeur de cote « L » (valeur nominale + intervalle de tolérance) doit-on spécifier sur le plan de fabrication de l'arbre?

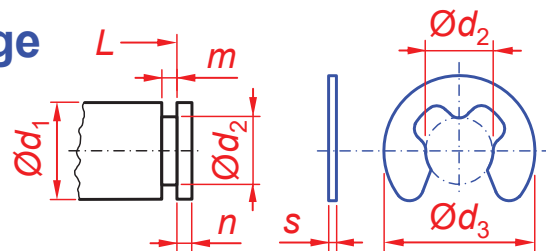


Segment d'arrêt DIN 6799



Fonction technique et montage

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



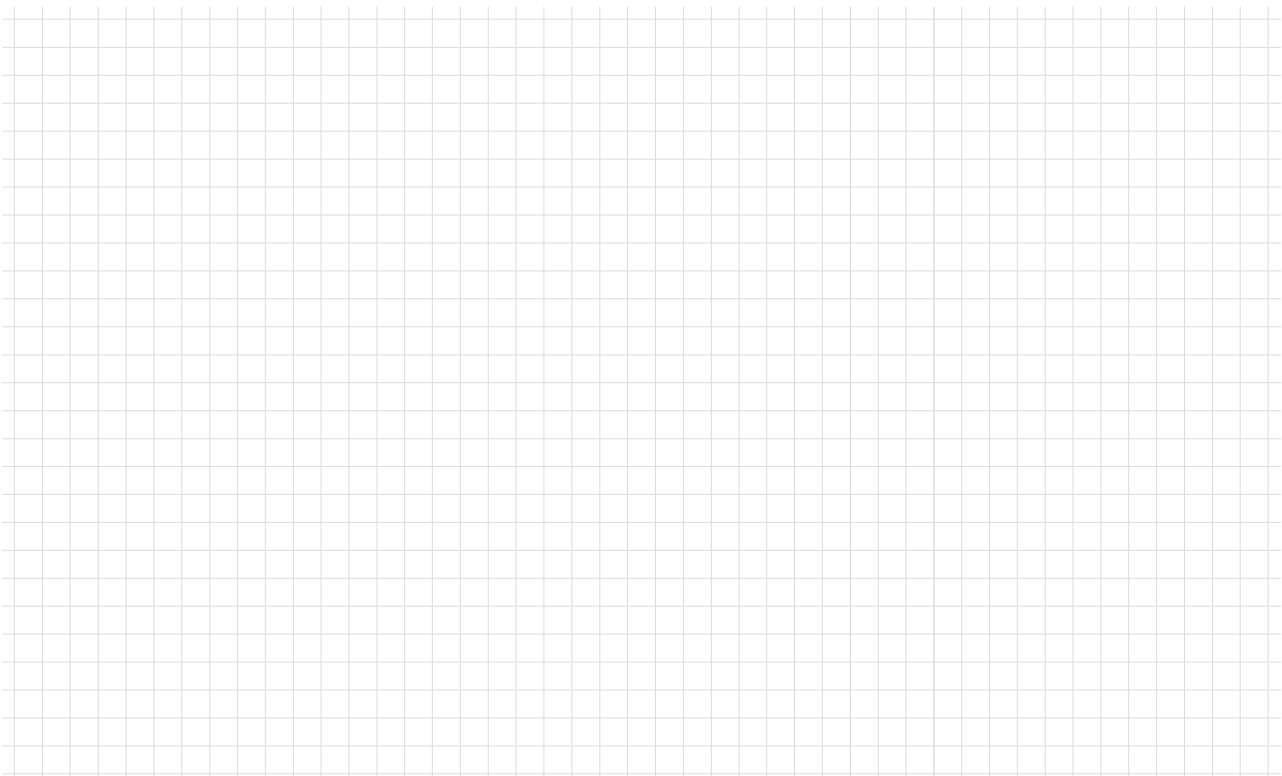
Dimensions normales (en mm) →

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	0,6	0,04	1,5	
2	2,5	1,5	4,25	0,4	1,5	0,44	0,8	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	1	0,15	3	
4	5	3,2	7,3	0,6	3,2	0,74	1,2	1,2	0,22	4	
5	7	4	9,3	0,7	4	-0,075 (h11)	0,74	1,2	0,25	5	
6	8	5	11,3	0,7	5	0,74	1,2	1,2	0,9	7	
7	9	6	12,3	0,7	6	0,94	1,5	1,1	1,1	8	
8	11	7	14,3	0,9	7	1,05	1,5	1,25	1,25	9	
9	12	8	16,3	1	8	1,15	1,8	1,42	1,42	10	
10	14	9	18,8	1,1	9	-0,09 (h11)	2	1,6	1,6	11	
11	15	10	20,4	1,2	10	1,25	2	1,7	1,7	12	
13	18	12	23,4	1,3	12	1,35	2,5	3,1	3,1	15	
16	24	15	29,4	1,5	15	-0,11 (h11)	3	7	7	20	
20	31	19	37,6	1,75	19	1,8	3,5	10	10	25	
25	38	24	44,6	2	24	2,05	4	13	13	30	
35	42	30	52,6	2,5	30	-0,13 (h11)	4,5	16,5	16,5	36	

Références normatives principales

- 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

Notes personnelles



Notes personnelles

A large grid of graph paper for personal notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.