

56 Liaisons arbre-moyeu

Ces liaisons sont destinées à rendre solidaires en rotation et quelquefois en translation un organe de machine et un arbre. L'étude est limitée aux liaisons démontables.

Les liaisons non démontables par frettage sont traitées au chapitre 39.

56.1 Clavettes longitudinales

56.11 Bouts d'arbres normalisés

Les bouts d'arbres des machines tournantes (moteurs, alternateurs, réducteurs...) doivent respecter cette normalisation.

LIAISON EN ROTATION

Arbres cylindriques : clavettes parallèles (§ 56.12), manchons de blocage (§ 56.7), rondelles Ringspann*...

Arbres coniques : adhérence, adhérence plus clavette parallèle (dans les cas de brusques variations de vitesse).

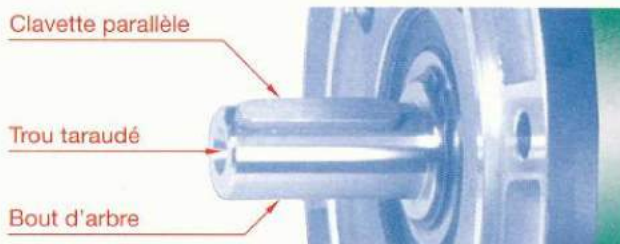
LIAISON EN TRANSLATION

Maintien par vis (très fréquent) ou par écrou.

d	d ₁	d ₂	p	Série longue			Série courte			a	b
				l	l ₁	j	l	l ₁	j		
6	-	M4	-	16	10	-	-	-	-	-	-
7	-	M4	-	16	10	-	-	-	-	-	-
8	-	M6	-	20	12	-	-	-	-	-	-
9	-	M6	-	20	12	-	-	-	-	-	-
10	M4	M6	10	23	15	-	-	-	-	-	-
11	M4	M6	10	23	15	9,05	-	-	-	2	2
12	M4	M8 × 1	10	30	18	9,9	-	-	-	2	2
14	M5	M8 × 1	13	30	18	11,3	-	-	-	3	3
16	M5	M10 × 1,25	13	40	28	12,8	28	16	13,4	3	3
18	M6	M10 × 1,25	16	40	28	14,1	28	16	14,7	4	4
19	M6	M10 × 1,25	16	40	28	15,1	28	16	15,7	4	4
20	M6	M12 × 1,25	16	50	36	15,7	36	22	16,4	4	4
22	M8	M12 × 1,25	19	50	36	17,7	36	22	18,4	4	4
24	M8	M12 × 1,25	19	50	36	19,2	36	22	19,9	5	5
25	M10	M16 × 1,5	22	60	42	19,9	42	24	20,8	5	5
28	M10	M16 × 1,5	22	60	42	22,9	42	24	23,8	5	5
30	M10	M20 × 1,5	22	80	58	24,1	58	36	25,2	5	5
32	M12	M20 × 1,5	28	80	58	25,6	58	36	26,7	6	6
35	M12	M20 × 1,5	28	80	58	28,6	58	36	29,7	6	6
38	M12	M24 × 2	28	80	58	31,6	58	36	32,7	6	6
40	M16	M24 × 2	36	110	82	30,9	82	54	32,3	10	8
42	M16	M24 × 2	36	110	82	32,9	82	54	34,3	10	8
45	M16	M30 × 2	36	110	82	35,9	82	54	37,3	12	8
48	M16	M30 × 2	36	110	82	38,9	82	54	40,3	12	8
50	M16	M36 × 3	36	110	82	40,9	82	54	42,3	12	8

* Voir Guide du Technicien en Productique.

Bout d'arbre de moteur électrique



Bouts d'arbres cylindriques

Série longue (usuelle)

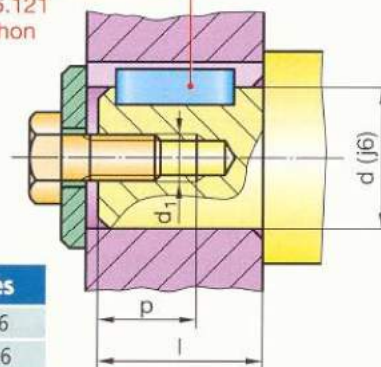
NF E 22-051

Série courte

NF E 22-052

Liaison en rotation par clavette

parallèle § 56.121
ou par manchon
de blocage
§ 56.7



Tolérances

d ≤ 30	j6
d ≥ 32	k6

Bouts d'arbres coniques

Série longue (usuelle)

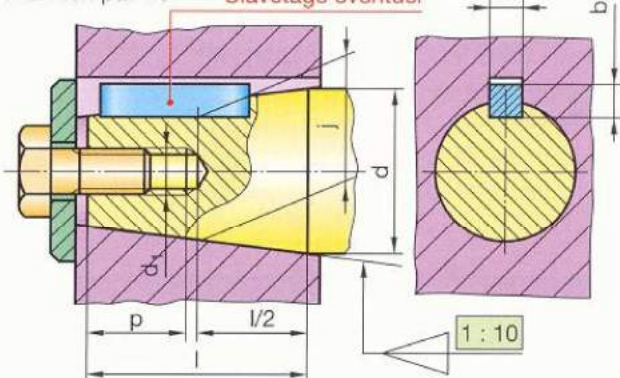
NF E 22-054

Série courte

NF E 22-055

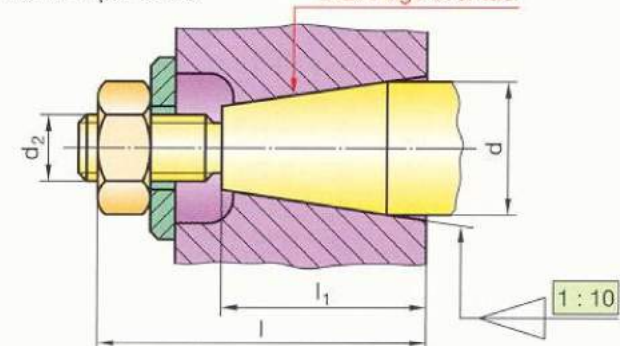
Maintien par vis

Clavetage éventuel



Maintien par écrou

Clavetage éventuel



DÉSIGNATION :

Bout d'arbre cylindrique, d = __, à trou taraudé NF E 22-051

56.12 Clavetages

Le moyeu n'est lié qu'en rotation. Il peut coulisser sur l'arbre.

Du fait du léger jeu entre la clavette et la rainure dans le moyeu, ces clavetages ne conviennent pas pour des assemblages précis soumis à des mouvements circulaires alternatifs ou à des chocs (matage des portées).

Préférer dans ces cas les cannelures à flancs, en développante (§ 56.22).

56.121 Clavettes parallèles

Elles sont utilisées pour les clavetages courts (longueur dépassant peu la valeur du diamètre de l'arbre ($l < 1,5 d$)).

LOGEMENT

Le logement à bouts droits est d'exécution aisée (par fraise-disque). Il présente, cependant, les inconvénients d'être encombrant en longueur, et de moins bien maintenir la clavette que le logement à bouts ronds.

REMARQUES

- Les clavettes à section carrée peuvent être choisies dans de l'acier étiré (§ 84.3).
- Pour certaines applications, notamment dans le cas de fréquences de rotations élevées, il peut être nécessaire de coller les clavettes (chapitre 46).

TOLÉRANCES

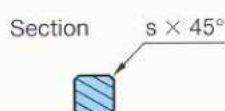
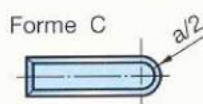
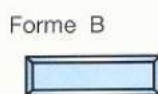
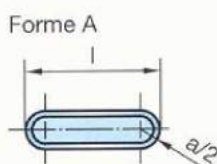
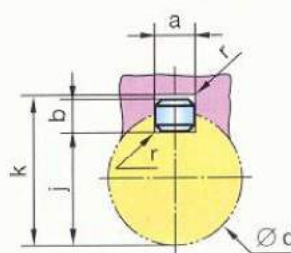
L'ajustement de la clavette est « serré » sur l'arbre et « glissant juste » dans le moyeu (voir tableau).

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

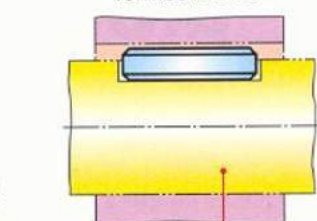
Clavette parallèle, forme ____, $a \times b \times l$, NF E 22-177

Clavettes parallèles

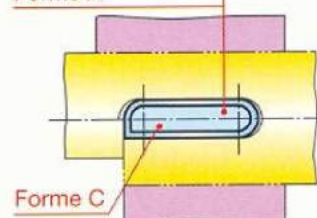
NF E 22-177



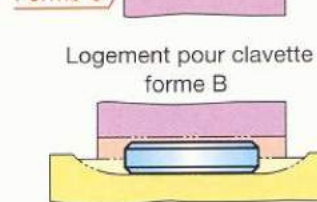
Logements pour clavettes formes A et C



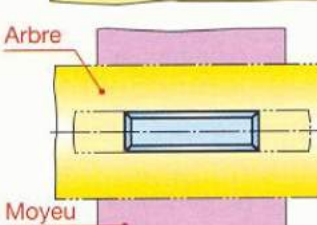
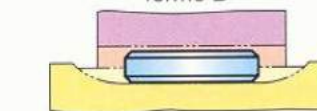
Forme A



Forme C



Logement pour clavette forme B



Matière usuelle
Acier $R \geq 600$ Pa

NOTA : ne pas représenter les chanfreins sur les dessins d'étude.

Tolérances pour clavetages

Clavette	sur a			h9		
	sur b			h9 pour $b \leq 6$	h11 pour $b > 6$	
Rainure	libre	normal	serré	d	j	k
Arbre	H9	N9	P9	6 à 22 inclus	0 -0,1	+0,1 0
				22 à 130	0 -0,2	+0,2 0
Moyeu	D10	Js9	P9	130 à 230	0 -0,3	+0,3 0

d	a	b	s	j	k	d	a	b	s	j	k
de 6 à 8 inclus	2	2	0,16	$d - 1,2$	$d + 1$	58 à 65	18	11	0,6	$d - 7$	$d + 4,4$
8 à 10	3	3	0,16	$d - 1,8$	$d + 1,4$	65 à 75	20	12	0,6	$d - 7,5$	$d + 4,9$
10 à 12	4	4	0,16	$d - 2,5$	$d + 1,8$	75 à 85	22	14	1	$d - 9$	$d + 5,4$
12 à 17	5	5	0,25	$d - 3$	$d + 2,3$	85 à 95	25	14	1	$d - 9$	$d + 5,4$
17 à 22	6	6	0,25	$d - 3,5$	$d + 2,8$	95 à 110	28	16	1	$d - 10$	$d + 6,4$
22 à 30	8	7	0,25	$d - 4$	$d + 3,3$	110 à 130	32	18	1	$d - 11$	$d + 7,4$
30 à 38	10	8	0,4	$d - 5$	$d + 3,3$	130 à 150	36	20	1,6	$d - 12$	$d + 8,4$
38 à 44	12	8	0,4	$d - 5$	$d + 3,3$	150 à 170	40	22	1,6	$d - 13$	$d + 9,4$
44 à 50	14	9	0,4	$d - 5,5$	$d + 3,8$	170 à 200	45	25	1,6	$d - 15$	$d + 10,4$
50 à 58	16	10	0,6	$d - 6$	$d + 4,3$	200 à 230	50	28	1,6	$d - 17$	$d + 11,4$

Nota : L'emploi d'une clavette, sur un arbre de dimension supérieure, est possible.

CLAVETAGES ÉCONOMIQUES

Dans certains cas, notamment pour la transmission de petits couples, on peut utiliser une liaison par goupille ou par vis « entre cuir et chair ».

■ Si l'on utilise deux goupilles, prendre leur diamètre $d_1 = 0,75 d$, d étant le diamètre de la goupille unique qui serait suffisante.

■ Pour éviter la déformation du moyeu, respecter les proportions suivantes.

$$d = 0,5 \text{ à } 0,6 e$$

$$L = 2,5 \text{ à } 5 d$$

$$D_1 = D + 3e.$$

56.122 Clavettes parallèles fixées par vis

Elles conviennent pour les clavetages $d < l < 2,5d$ et, en particulier, s'il y a, pendant la rotation, un déplacement relatif du moyeu par rapport à l'arbre.

REMARQUES

- ▶ On évite de dépasser $l = 2,5d$ afin de faciliter le brochage du moyeu.
- ▶ On distingue deux types de formes : les clavettes à bouts ronds et les clavettes à bouts droits.
- ▶ Pour certaines applications, il peut être intéressant de coller les clavettes. Voir chapitre 46.

d	a	b	e	f	j	k	Vis
17 à 22 inclus	6	6	3	4,5	$d - 3,5$	$d + 2,8$	M2,5-6
22 à 30	8	7	3,5	6,5	$d - 4$	$d + 3,3$	M3-8
30 à 88	10	8	3,5	9	$d - 5$	$d + 3,3$	M4-10
38 à 44	12	8	2,5	10,5	$d - 5$	$d + 3,3$	M5-10
44 à 50	14	9	2,5	11,5	$d - 5,5$	$d + 3,8$	M6-10
50 à 58	16	10	3,5	10,5	$d - 6$	$d + 4,3$	M6-10
58 à 65	18	11	2,5	14,5	$d - 7$	$d + 4,4$	M8-12
65 à 75	20	12	3,5	13,5	$d - 7,5$	$d + 4,9$	M8-12
75 à 85	22	14	3,5	14,5	$d - 9$	$d + 5,4$	M10-2
85 à 95	25	14	3,5	14,5	$d - 9$	$d + 5,4$	M10-12
95 à 110	28	16	5,5	16,5	$d - 10$	$d + 6,4$	M10-16

Tolérances : voir § 38-121.

DÉSIGNATION :

Clavette fixée, forme A, de $a \times b \times l$,
(entraxe $E = \dots$)*

NF E 27-658

56.123 Clavettes disque

Les clavettes disque sont utilisées pour des arbres de petits diamètres transmettant de faibles couples (arbre assez fortement affaibli par le logement de la clavette). Le fraisage du logement est particulièrement simple**.

DÉSIGNATION :

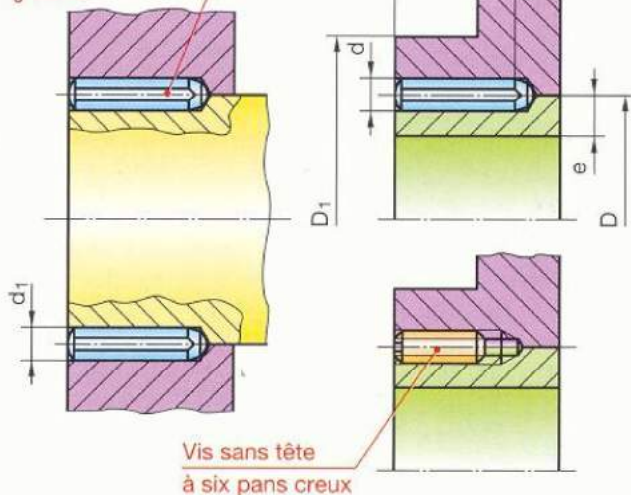
Clavette disque de $a \times b$

NF E 22-179

* Préciser l'entraxe dans la désignation ou effectuer un dessin de la pièce. Cette seconde possibilité est généralement adoptée.

** Voir Guide du Technicien en Productique.

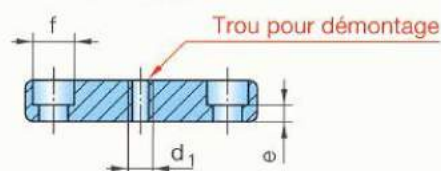
Goupille cannelée
ISO 8740 ou 8744
§ 53.12



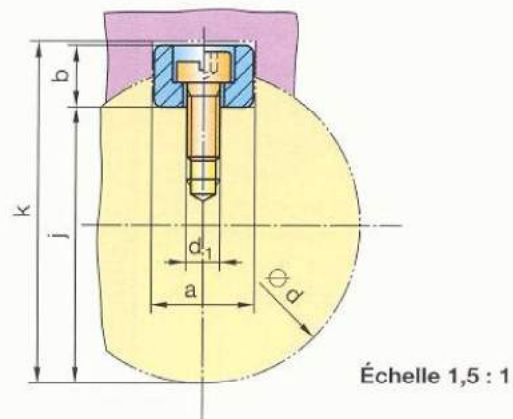
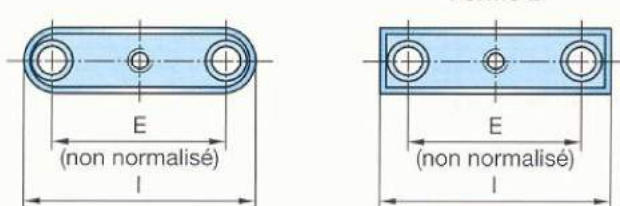
Clavettes parallèles fixées par vis

NF E 22-181

Forme A



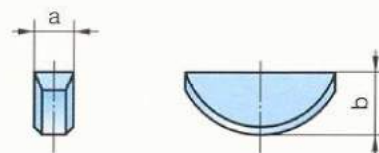
Forme B



NOTA : ne pas représenter les chanfreins sur les dessins d'étude.

Clavettes disque

NF E 22-179



a*	b	c	e	f	j	h	k
h9	h11	h11	h11	P9	h11	E9	H13
1,5	2,6	7	6,5	1,5	d - 1,8	1,5	d + 0,9
2	2,6	7	6,5	2	d - 1,8	2	d + 0,9
2,5	3,7	10	9	2,5	d - 2,7	2,5	d + 1,1
3	3,7	10	9	3	d - 2,7	3	d + 1,2
	6,5	16	15		d - 5,5		d + 1,2
4	5	13	11,5	4	d - 3,5	4	d + 1,8
	7,5	16	17,5		d - 6		d + 1,8
5	6,5	16	15	5	d - 4,5	5	d + 2,3
	7,5	19	17,5		d - 5,5		d + 2,3
6	9	22	20,5	6	d - 7	6	d + 2,3
	9	22	20,5		d - 6,5		d + 2,8
	10	25	23		d - 7,5		d + 2,8
	11	28	25,5		d - 8,5		d + 2,8
8	13	32	30	8	d - 10,5	8	d + 2,8
	11	28	25,5		d - 8		d + 3,3
	13	32	32		d - 10		d + 3,3

Désignation : voir page précédente.

* Choisir la valeur de a en fonction de d dans le tableau § 56.121.

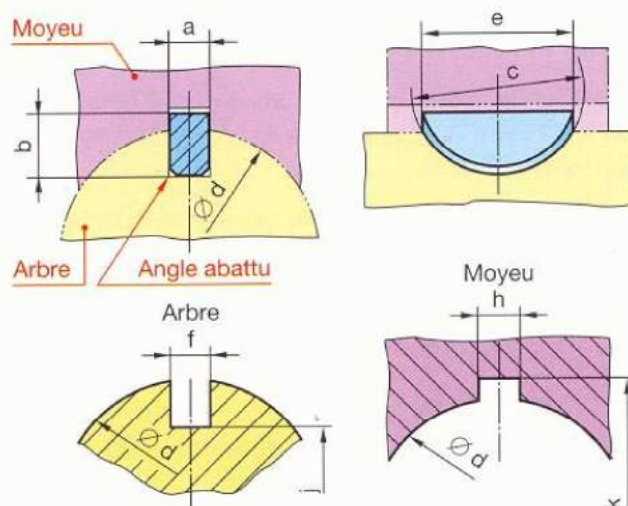
56.2 Cannelures

Pour transmettre des couples importants, on peut mettre deux clavettes opposées.

Si cette solution est insuffisante, on utilise des cannelures, véritables clavettes taillées dans l'arbre.

Clavettes disque

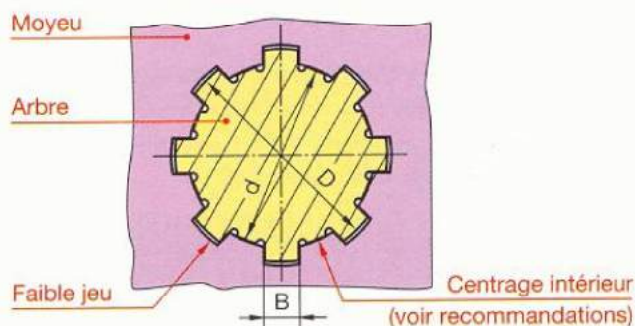
NF E 22-179



Nota : ne pas représenter les chanfreins sur les dessins d'étude.

Cannelures à flancs parallèles

NF E 22-131



56.21 Cannelures à flancs parallèles

EMPLOIS

Du fait des difficultés d'usinage pour obtenir un centrage précis, ces cannelures ne conviennent pas pour les grandes vitesses de rotation. Préférer, dans ce cas, les cannelures à flancs en développante § 56.22.

RECOMMANDATIONS

SÉRIES LÉGÈRE ET MOYENNE

Centrage pour le diamètre d seulement (voir figure).

SÉRIE FORTE

Centrage sur le diamètre D seulement.

Série légère					Série moyenne					Série forte*				
n	d	D	B	s	n	d	D	B	s	n	d	D	B	s
6	23	26	6	5	6	11	14	3	5	10	16	20	2,5	12
	26	30	6	7,2		13	16	3,5	5		18	23	3	16
	28	32	7	7,2		16	20	4	7,2		21	26	3	16
8	32	36	6	8,4		18	22	5,5	7,2		23	29	4	19
	36	40	7	8,4		21	25	5	7,2		26	32	4	19
	42	46	8	8,4		23	28	6	9,5		28	35	4	22
	46	50	9	8,4		26	32	6	10,8		32	40	5	25
	52	58	10	12		28	34	7	10,8		36	45	5	29
10	56	62	10	12	8	32	38	6	14,4		42	52	6	30
	62	68	12	12		36	42	7	14,4		46	56	7	30
	72	78	12	15		42	48	8	14,4		52	60	5	36
	82	88	12	15		46	54	9	18	16	56	65	5	42
	92	98	14	15		52	60	10	18		62	72	6	48
10	102	108	16	15		56	65	10	21		72	82	7	48
	112	120	18	22,5		62	72	12	24		82	92	6	60
					10	72	82	12	30		92	102	7	60
						82	92	12	30		102	115	8	82
						92	102	14	30		112	125	9	82
						102	112	16	30	* Emploi à éviter. Voir également page suivante.				
						112	125	18	41					

n = nombre de cannelures.
s = surface réelle d'appui des cannelures par millimètre de longueur.

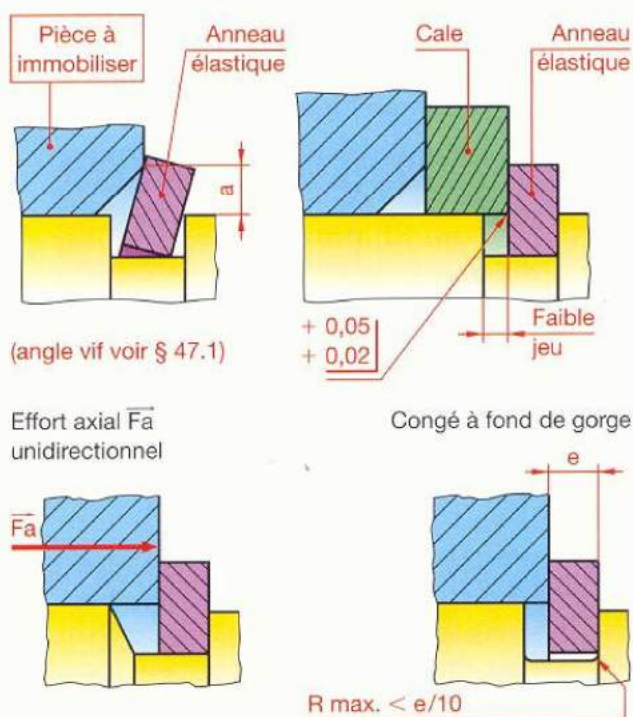
57 Anneaux élastiques

Les anneaux élastiques sont destinés à arrêter en translation le mouvement relatif de deux pièces.

En règle générale (sauf très faibles efforts axiaux), la pièce en contact avec un anneau élastique doit présenter un **angle vif**. On réduit ainsi le bras de levier a du couple tendant à déformer l'anneau à une très faible valeur (fonction du jeu, des déformations, etc.).

Dans le cas d'efforts axiaux unidirectionnels, la gorge peut être élargie ou chanfreinée du côté opposé au sens de ces efforts.

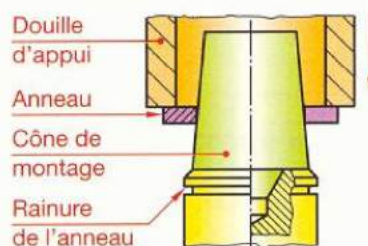
Matières usuelles	C60 traité pour HV ≥ 470 . Phosphaté Cu Be 2 traité pour HC ≥ 340
Température d'utilisation	180 °C
Montage automatisé	Cartouches de L = 250



57.1 Anneaux à montage axial

Anneaux élastiques pour arbres NF E 22-163

Montage recommandé

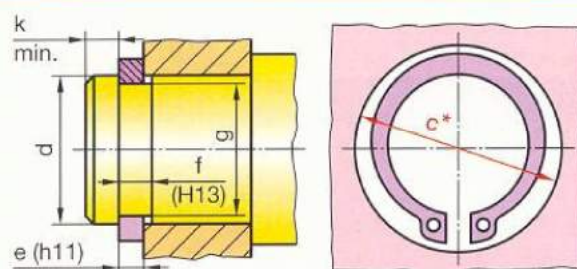


La forme des anneaux est étudiée afin d'obtenir une pression de serrage uniforme.

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Anneau élastique pour arbre, $d \times e$,

NF E 22-163



* c : espace libre nécessaire au montage.



C 60 phosphaté



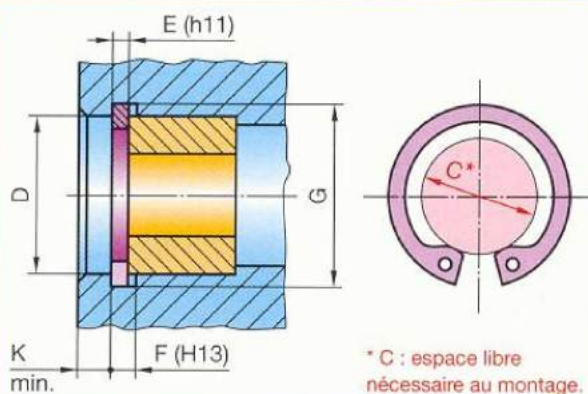
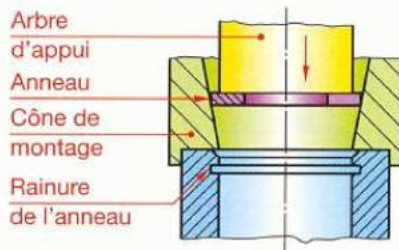
Cuivre au béryllium

d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*	d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*
3	0,4	6,8	0,5	2,8	0 - 0,04	0,3	0,47	28	1,5	38,4	1,6	26,6	0	2,1	32,1
4	0,4	8,4	0,5	3,8	0	0,3	0,60	30	1,5	41	1,6	28,6	- 0,21	2,1	32,1
5	0,6	10,7	0,7	4,8	- 0,048	0,3	1	32	1,5	43,4	1,6	30,3		2,55	31,2
6	0,7	12,2	0,8	5,7		0,45	1,45	35	1,5	47,2	1,6	33	0	3	30,8
7	0,8	13,2	0,9	6,7	0	0,45	2,6	40	1,75	53	1,85	37,5	- 0,25	3,75	51
8	0,8	15,2	0,9	7,6	- 0,058	0,6	3	45	1,75	59,4	1,85	42,5		3,75	49
9	1	15,4	1,1	8,6		0,6	3,5	50	2	64,8	2,15	47		4,5	73,3
10	1	17,6	1,1	9,6		0,6	4	55	2	70,4	2,15	52		4,5	71,4
12	1	19,6	1,1	11,5		0,75	5	60	2	75,8	2,15	57		4,5	69,2
14	1	22	1,1	13,4	0	0,9	6,4	65	2,5	81,6	2,65	62	0	4,5	135,6
15	1	23,2	1,1	14,3	- 0,11	1,05	6,9	70	2,5	87,2	2,65	67	- 0,30	4,5	134,2
17	1	25,6	1,1	16,2		1,2	8	75	2,5	92,8	2,65	72		4,5	130
20	1,2	29	1,3	19	0 - 0,13	1,5	17,1	80	2,5	98,2	2,65	76,5		5,25	128,4
22	1,2	31,4	1,3	21	0	1,5	16,9	85	3	104	3,15	81,5	0	5,25	215,4
25	1,2	34,8	1,3	23,9	- 0,21	1,65	16,2	90	3	109	3,15	86,5	- 0,35	5,25	217

* Force axiale admissible sur l'anneau en kN.

Anneaux élastiques pour alésages NF E 22-165

Montage recommandé



EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Anneau élastique pour alésage, $d \times e$, NF E 22-165

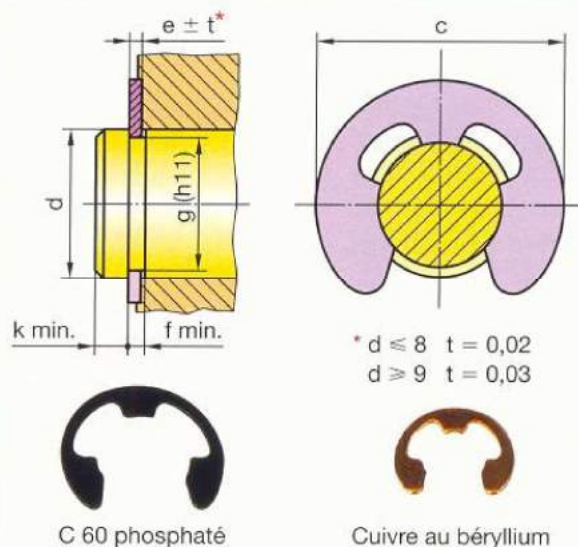
D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*	D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*
8	0,8	3,2	0,9	8,4	+ 0,09	0,6	2	45	1,75	31,6	1,85	47,5	0 + 0,25	3,75	43,1
9	0,8	4	0,9	9,4	0	0,6	2	50	2	36	2,15	53		4,5	60,8
10	1	3,7	1,1	10,4		0,6	4	55	2	40,4	2,15	58		4,5	60,3
12	1	4,7	1,1	12,5	+ 0,11	0,75	4	60	2	44,4	2,15	63	+ 0,30	4,5	61
15	1	7	1,1	15,7	0	1,05	5	65	2,5	48,8	2,65	68	0	4,5	121
17	1	8,4	1,1	17,8		1,2	6	70	2,5	53,4	2,65	73		4,5	119
20	1	10,6	1,1	21	0 + 0,13	1,5	7,2	75	2,5	58,4	2,65	78		4,5	118
22	1	13,6	1,1	23		1,5	8	80	2,5	62	2,65	83,5		5,25	120
25	1,2	15	1,3	26,2	+ 0,21	1,8	14,6	85	3	66,8	3,15	88,5	+ 0,35	5,25	201
28	1,2	18,4	1,3	29,4	0	2,1	13,3	90	3	71,8	3,15	93,5	0	5,25	199
30	1,2	19,4	1,3	31,4		2,1	13,7	95	3	76,4	3,15	98,5		5,25	195
32	1,2	20,2	1,3	33,7	+ 0,25	2,55	13,8	100	3	81	3,15	103,5		5,25	188
35	1,5	23,2	1,6	37	0	3	26,9	105	4	86	4,15	109	+ 0,54	6	436
40	1,75	27,4	1,85	42,5		3,75	44,6	110	4	88,2	4,15	114	0	6	415

57.2 Anneaux à montage radial

Segments d'arrêt à montage radial NF L 23-203

■ Ces segments d'arrêt permettent de réaliser des épaulements de hauteur assez importante, mais la charge axiale admissible sur l'anneau est nettement inférieure à celle que peut supporter les anneaux à montage axial (§ 57.1).

■ Du fait de leur conception, ces segments ne peuvent être montés sur des arbres tournant à grande vitesse (risques d'éjection sous l'action de la force centrifuge).



* $d \geq 8$ $t = 0,02$
 $d \geq 9$ $t = 0,03$

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Segment d'arrêt, radial, $d \times e$, Nomenclature (NF L 23-203)

d nominal	Plage d'utilisation	e	c	f	g	k	Fa**	d nominal	Plage d'utilisation	e	c	f	g	k	Fa**
1	1 à 1,4	0,2	2	0,24	0,8	0,4	8	8	8 à 11	0,9	14	0,94	7	1,5	180
1,4	1,4 à 2	0,3	3	0,34	1,2	0,6	12	9	9 à 12	1	16	1,05	8	1,8	250
2	2 à 2,5	0,4	4	0,44	1,5	0,8	22	10	10 à 14	1,1	18,5	1,15	9	2	300
2,5	2,5 à 3	0,5	4,5	0,54	1,9	1	35	11	11 à 15	1,2	20	1,25	10	2	350
3	3 à 4	0,6	6	0,64	2,3	1	50	13	13 à 18	1,3	23	1,35	12	2,5	470
4	4 à 5	0,6	7	0,64	3,2	1	65	16	16 à 24	1,5	29	1,55	15	3	780
5	5 à 7	0,7	9	0,74	4	1,2	95	20	20 à 31	1,75	37	1,8	19	3,5	1 100
6	6 à 8	0,7	11	0,74	5	1,2	115	25	25 à 38	2	44	2,05	24	4	1 500
7	7 à 9	0,7	12	0,74	6	1,2	135	-	-	-	-	-	-	-	-

* Force axiale admissible sur l'anneau en kN. ** Force axiale admissible sur l'anneau en daN.

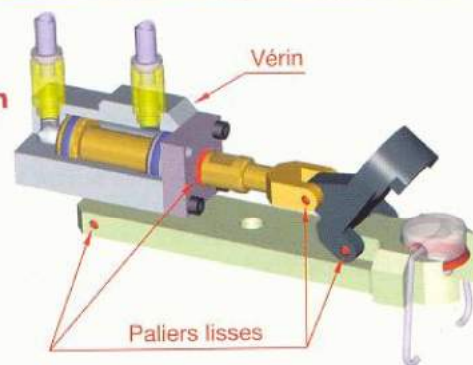
Fabrication : Nomencl.

63 Paliers lisses

Les articulations sont des mécanismes de liaison, laissant certaines libertés de mouvements aux pièces assemblées. Les articulations avec roulements sont étudiées au chapitre 66.

Les guidages linéaires sont étudiés au chapitre 67.

Système de préhension



Modélisation TopSolid

63.1 Coussinets frittés

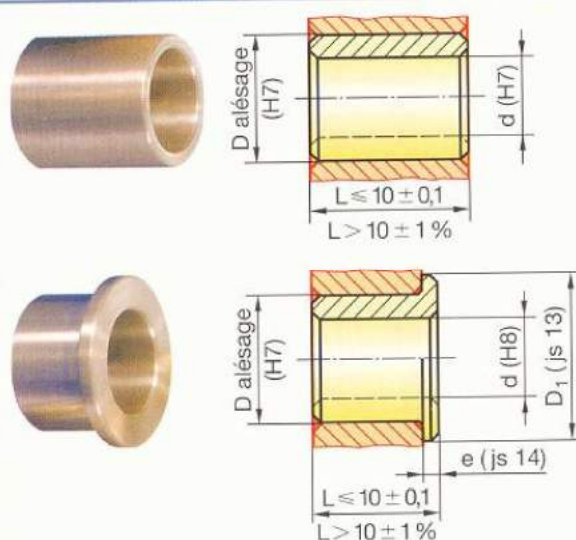
NF E 22-510 - ISO 2795

Coussinets cylindriques

d	D	L	d	D	L
2	5	2-3	18	24	18-22-28-36
4	8	4-8-12	20	26	16-20-25-32
5	9	4-5-8	22	28	18-22-28-36
6	10	6-10-12-16	25	32	20-25-32-40
8	12	8-12-16-20	28	36	22-28-36-45
10	16	10-16-20-25	30	38	24-30-38
12	18	12-16-20-25	32	40	20-25-32-40-50
14	20	14-18-22-28	35	45	25-35-40-50
15	21	16-20-25-32	40	50	25-32-40-50
16	22	16-20-25-32	45	55	35-45-55-65

Coussinets à collerette

d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
3	6	9	1,5	4-6-10	20	26	32	3	16-20-25-32
4	8	12	2	4-8-12	22	28	34	3	15-20-25-30
6	10	14	2	6-10-16	25	32	39	3,5	20-27-32
8	12	16	2	8-12-16	28	36	44	4	22-28-36
10	16	22	2	8-10-16	30	38	46	4	20-25-30
12	18	24	3	8-12-20	32	40	48	4	20-25-30-32
14	20	26	3	14-18-22-28	36	45	54	4,5	22-28-36
16	22	28	3	16-20-25-32	40	50	60	5	25-32-40
18	24	30	3	18-22-28	50	60	70	5	32-40-50



Arbre

Dureté	HB ≥ 200
Tolérance	f7
État de surface	Ra ≤ 0,2

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique fritté, $d \times D \times L$ ISO 2795
Coussinet à collerette fritté, $Cd \times D \times L$ ISO 2795

Ces coussinets sont en bronze fritté à structure poreuse. Ils sont imprégnés d'huile jusqu'à saturation*. Sous l'effet de la rotation de l'arbre, l'huile est aspirée et crée une excellente lubrification.

Facteur de frottement $\mu = 0,04$ à $0,20$.

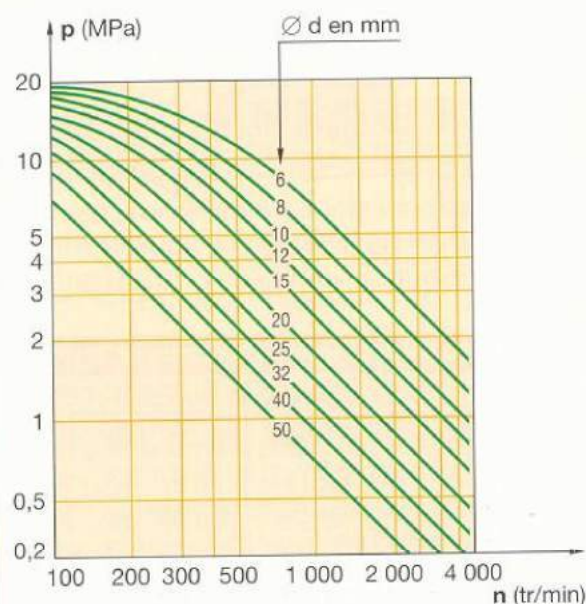
Détermination d'un coussinet

p	x	v	=	1,8
Pression spécifique en MPa $p = \frac{\text{Charge radiale}}{\text{Surface projetée}}$	Vitesse linéaire d'un point de la périphérie de l'arbre en m/s.	Valeur maximale expérimentale pour les matériaux donnés.		

Exemple de détermination de la longueur L.

On donne la charge radiale $Q = 1\,750$ N, le diamètre de l'arbre $d = 20$ mm et la fréquence de rotation $n = 500$ tr/min. La lecture de l'abaque donne une pression $p \approx 3,5$ MPa. Soit $S = 1\,750/3,5 = 500$ mm².

On a $S = d \cdot L$, d'où longueur L du coussinet :
 $L = 500/20 = 25$ mm.



* Huile minérale 8° Engler à 50 °C.

63.2 Coussinets autolubrifiants composites

NF E 22-511 – ISO 3547

Coussinets cylindriques PTFE

d	D	L	f	d	D	L	f
3	4,5	3-5-6	0,8 ± 0,3	20	22	10-15-20-25-30	0,8 ± 0,3 1,2 ± 0,4
4	5,5	4-6-10		22	25	15-20-25-30	
5	7	5-8-10		25	28	15-20-25-30	
6	8	6-8-10		28	32	20-25-30	
8	10	6-8-10-12		30	34	15-20-25-30-40	
10	12	8-10-12-15-20	1,2 ± 0,4	32	36	20-30-40	
12	14	8-10-12-15-20-25		35	39	20-30-40-50	
14	16	10-12-15-20-25		40	44	20-30-40-50	
15	17	10-12-15-20-25		45	50	20-30-40-50	
16	18	10-12-15-20-25		50	55	20-30-40-60	
18	20	15-20-25		55	60	30-40-60	

Coussinets à collerette PTFE

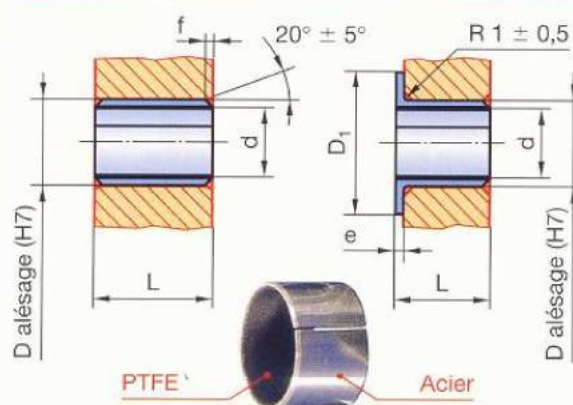
d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
6	8	12	1	4-8	16	18	24	1	12-17
8	10	15	1	5,5-7,5-9,5	18	20	26	1	12-17-22
10	12	18	1	7-9-12-17	20	23	30	1,5	11,5-15-16,5-21,5
12	14	20	1	7-9-12-15-17	25	28	35	1,5	11,5-16,5-21,5
14	16	22	1	12-17	30	34	42	2	16-26
15	17	23	1	9-12-17	35	39	47	2	16-26

Ces coussinets sont constitués d'un support en tôle d'acier roulée revêtue de cuivre sur laquelle est frittée une couche poreuse de bronze et dans laquelle s'incruste la couche frottante en polytétrafluoréthylène (PTFE). Ces coussinets se fabriquent également en acier inoxydable.

Facteur de frottement $\mu = 0,03$ à $0,25$. Lubrification non nécessaire. Température d'emploi de -200 °C à $+250$ °C. Vitesse maximale de glissement : 2 m/s.

Détermination d'un coussinet

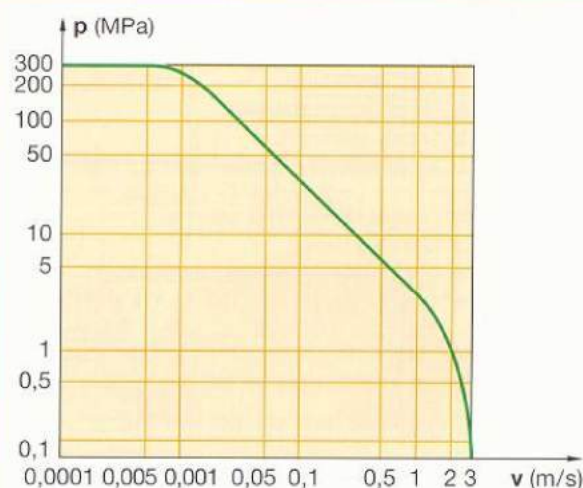
La détermination s'effectue à l'aide de l'abaque ci-contre. Le principe de calcul est analogue à celui des coussinets frittés (§ 63.11)



Arbre	Dureté	HB ≥ 300
	Tolérance	f7
	État de surface	Ra ≤ 0,4

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique composite PTFE, d × D × L ISO 3547



63.3 Coussinets en polyamide PTFE

Coussinets cylindriques

d	D	L	f	d	D	L	f
8	10	8-10	0,8 ± 0,3	16	18	15-20	0,8 ± 0,3
10	12	10-12-15		20	23	15-20	
12	14	10-12-15		25	28	15-20	
14	16	15-20		30	34	20-30	
15	17	15-20		-	-	-	

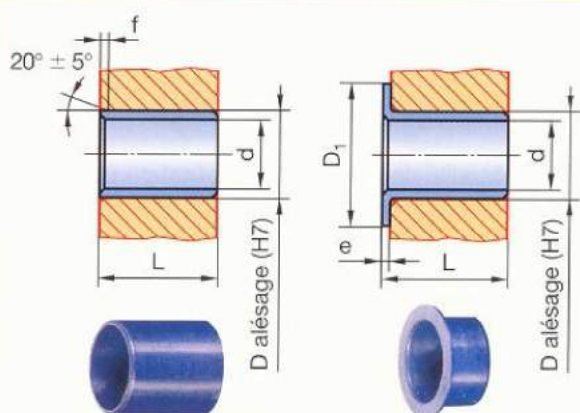
Coussinets à collerette PTFE

d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
10	12	18	1	7-12	16	18	24	1	17
12	14	20	1	9-12	20	23	30	1,5	11,5-21,5
14	16	22	1	12-17	25	28	35	1,5	11,5-21,5
15	17	23	1	12-17	-	-	-	-	-

Charge dynamique à $V < 0,01$ m/s : 40 MPa.

Vitesse de glissement admissible : 1 m/s.

Les coussinets en PTFE massif sont relativement économiques. La lubrification n'est pas nécessaire. Ils présentent une très bonne isolation électrique.



Arbre	Dureté	HB ≥ 100
	Tolérance	h8
	État de surface	Ra ≤ 0,8

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique polyamide PTFE, d × D × L

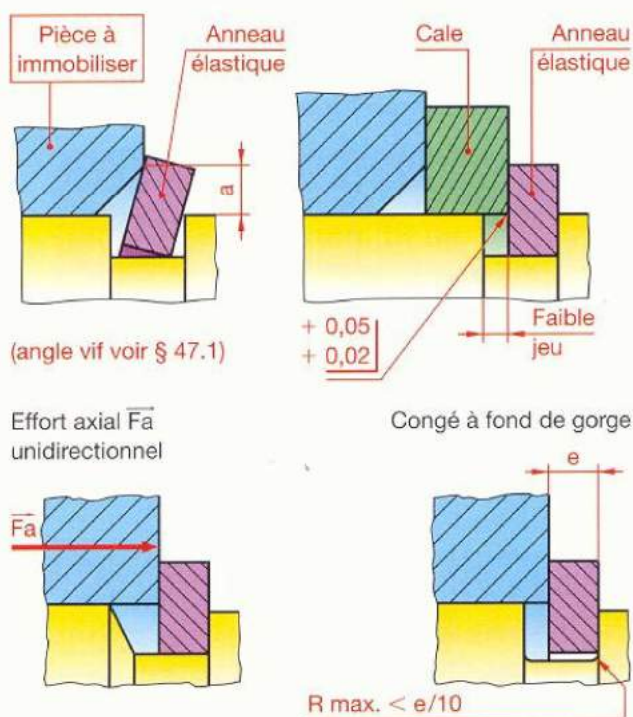
57 Anneaux élastiques

Les anneaux élastiques sont destinés à arrêter en translation le mouvement relatif de deux pièces.

En règle générale (sauf très faibles efforts axiaux), la pièce en contact avec un anneau élastique doit présenter un **angle vif**. On réduit ainsi le bras de levier a du couple tendant à déformer l'anneau à une très faible valeur (fonction du jeu, des déformations, etc.).

Dans le cas d'efforts axiaux unidirectionnels, la gorge peut être élargie ou chanfreinée du côté opposé au sens de ces efforts.

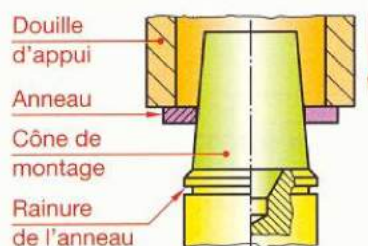
Matières usuelles	C60 traité pour HV ≥ 470 . Phosphaté Cu Be 2 traité pour HC ≥ 340
Température d'utilisation	180 °C
Montage automatisé	Cartouches de L = 250



57.1 Anneaux à montage axial

Anneaux élastiques pour arbres NF E 22-163

Montage recommandé

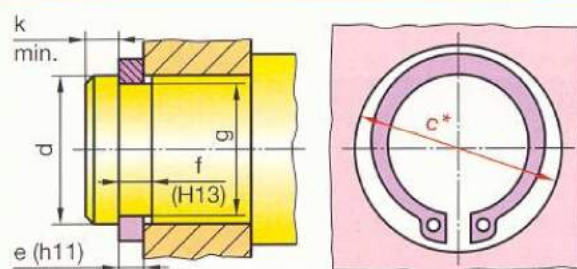


La forme des anneaux est étudiée afin d'obtenir une pression de serrage uniforme.

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Anneau élastique pour arbre, $d \times e$,

NF E 22-163



* c : espace libre nécessaire au montage.



C 60 phosphaté



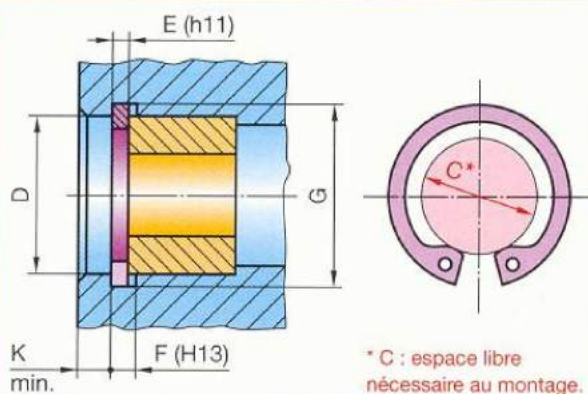
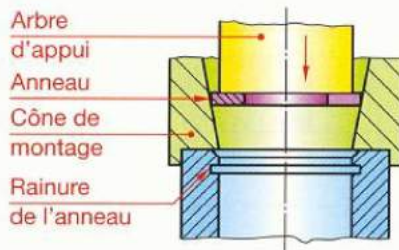
Cuivre au béryllium

d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*	d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*
3	0,4	6,8	0,5	2,8	0 - 0,04	0,3	0,47	28	1,5	38,4	1,6	26,6	0	2,1	32,1
4	0,4	8,4	0,5	3,8	0	0,3	0,60	30	1,5	41	1,6	28,6	- 0,21	2,1	32,1
5	0,6	10,7	0,7	4,8	- 0,048	0,3	1	32	1,5	43,4	1,6	30,3		2,55	31,2
6	0,7	12,2	0,8	5,7		0,45	1,45	35	1,5	47,2	1,6	33	0	3	30,8
7	0,8	13,2	0,9	6,7	0	0,45	2,6	40	1,75	53	1,85	37,5	- 0,25	3,75	51
8	0,8	15,2	0,9	7,6	- 0,058	0,6	3	45	1,75	59,4	1,85	42,5		3,75	49
9	1	15,4	1,1	8,6		0,6	3,5	50	2	64,8	2,15	47		4,5	73,3
10	1	17,6	1,1	9,6		0,6	4	55	2	70,4	2,15	52		4,5	71,4
12	1	19,6	1,1	11,5		0,75	5	60	2	75,8	2,15	57		4,5	69,2
14	1	22	1,1	13,4	0	0,9	6,4	65	2,5	81,6	2,65	62	0	4,5	135,6
15	1	23,2	1,1	14,3	- 0,11	1,05	6,9	70	2,5	87,2	2,65	67	- 0,30	4,5	134,2
17	1	25,6	1,1	16,2		1,2	8	75	2,5	92,8	2,65	72		4,5	130
20	1,2	29	1,3	19	0 - 0,13	1,5	17,1	80	2,5	98,2	2,65	76,5		5,25	128,4
22	1,2	31,4	1,3	21	0	1,5	16,9	85	3	104	3,15	81,5	0	5,25	215,4
25	1,2	34,8	1,3	23,9	- 0,21	1,65	16,2	90	3	109	3,15	86,5	- 0,35	5,25	217

* Force axiale admissible sur l'anneau en kN.

Anneaux élastiques pour alésages NF E 22-165

Montage recommandé



EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Anneau élastique pour alésage, $d \times e$, NF E 22-165

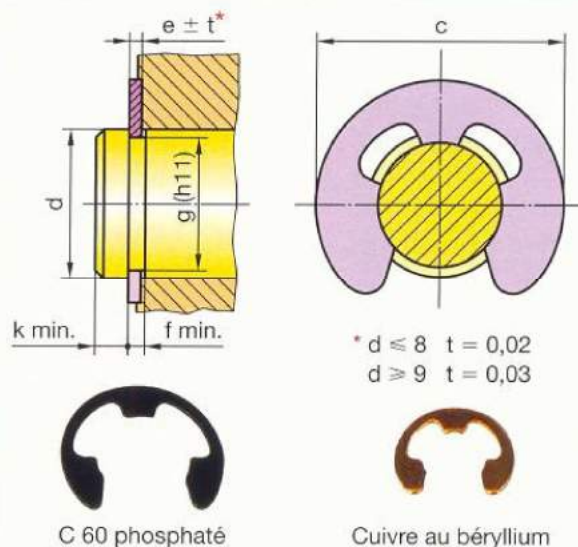
D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*	D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*
8	0,8	3,2	0,9	8,4	+ 0,09	0,6	2	45	1,75	31,6	1,85	47,5	0 + 0,25	3,75	43,1
9	0,8	4	0,9	9,4	0	0,6	2	50	2	36	2,15	53		4,5	60,8
10	1	3,7	1,1	10,4		0,6	4	55	2	40,4	2,15	58		4,5	60,3
12	1	4,7	1,1	12,5	+ 0,11	0,75	4	60	2	44,4	2,15	63	+ 0,30	4,5	61
15	1	7	1,1	15,7	0	1,05	5	65	2,5	48,8	2,65	68	0	4,5	121
17	1	8,4	1,1	17,8		1,2	6	70	2,5	53,4	2,65	73		4,5	119
20	1	10,6	1,1	21	0 + 0,13	1,5	7,2	75	2,5	58,4	2,65	78		4,5	118
22	1	13,6	1,1	23		1,5	8	80	2,5	62	2,65	83,5		5,25	120
25	1,2	15	1,3	26,2	+ 0,21	1,8	14,6	85	3	66,8	3,15	88,5	+ 0,35	5,25	201
28	1,2	18,4	1,3	29,4	0	2,1	13,3	90	3	71,8	3,15	93,5	0	5,25	199
30	1,2	19,4	1,3	31,4		2,1	13,7	95	3	76,4	3,15	98,5		5,25	195
32	1,2	20,2	1,3	33,7	+ 0,25	2,55	13,8	100	3	81	3,15	103,5		5,25	188
35	1,5	23,2	1,6	37	0	3	26,9	105	4	86	4,15	109	+ 0,54	6	436
40	1,75	27,4	1,85	42,5		3,75	44,6	110	4	88,2	4,15	114	0	6	415

57.2 Anneaux à montage radial

Segments d'arrêt à montage radial NF L 23-203

■ Ces segments d'arrêt permettent de réaliser des épaulements de hauteur assez importante, mais la charge axiale admissible sur l'anneau est nettement inférieure à celle que peut supporter les anneaux à montage axial (§ 57.1).

■ Du fait de leur conception, ces segments ne peuvent être montés sur des arbres tournant à grande vitesse (risques d'éjection sous l'action de la force centrifuge).



* $d \geq 8$ $t = 0,02$
 $d \geq 9$ $t = 0,03$

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Segment d'arrêt, radial, $d \times e$, Nomenclature (NF L 23-203)

d nominal	Plage d'utilisation	e	c	f	g	k	Fa**	d nominal	Plage d'utilisation	e	c	f	g	k	Fa**
1	1 à 1,4	0,2	2	0,24	0,8	0,4	8	8	8 à 11	0,9	14	0,94	7	1,5	180
1,4	1,4 à 2	0,3	3	0,34	1,2	0,6	12	9	9 à 12	1	16	1,05	8	1,8	250
2	2 à 2,5	0,4	4	0,44	1,5	0,8	22	10	10 à 14	1,1	18,5	1,15	9	2	300
2,5	2,5 à 3	0,5	4,5	0,54	1,9	1	35	11	11 à 15	1,2	20	1,25	10	2	350
3	3 à 4	0,6	6	0,64	2,3	1	50	13	13 à 18	1,3	23	1,35	12	2,5	470
4	4 à 5	0,6	7	0,64	3,2	1	65	16	16 à 24	1,5	29	1,55	15	3	780
5	5 à 7	0,7	9	0,74	4	1,2	95	20	20 à 31	1,75	37	1,8	19	3,5	1 100
6	6 à 8	0,7	11	0,74	5	1,2	115	25	25 à 38	2	44	2,05	24	4	1 500
7	7 à 9	0,7	12	0,74	6	1,2	135	-	-	-	-	-	-	-	-

* Force axiale admissible sur l'anneau en kN. ** Force axiale admissible sur l'anneau en daN.

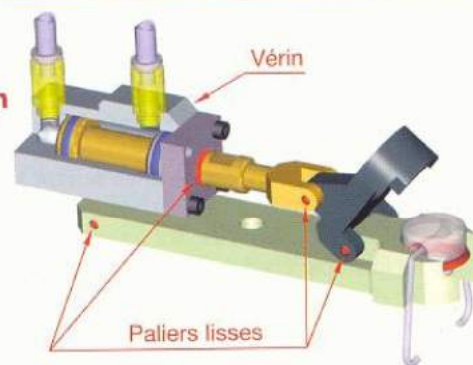
Fabrication : Nomencl.

63 Paliers lisses

Les articulations sont des mécanismes de liaison, laissant certaines libertés de mouvements aux pièces assemblées. Les articulations avec roulements sont étudiées au chapitre 66.

Les guidages linéaires sont étudiés au chapitre 67.

Système de préhension



Modélisation TopSolid

63.1 Coussinets frittés

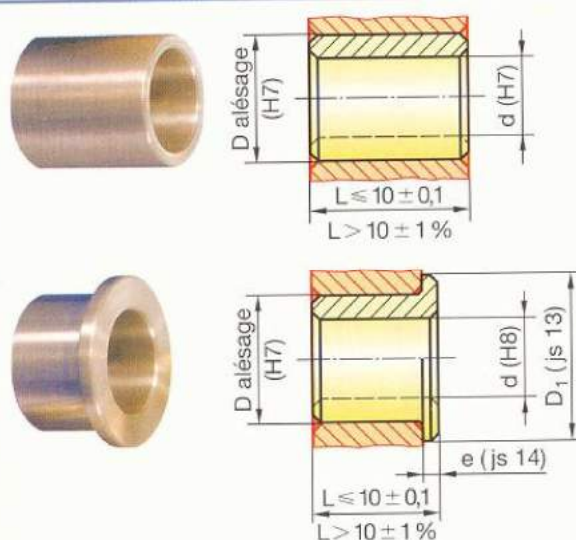
NF E 22-510 - ISO 2795

Coussinets cylindriques

d	D	L	d	D	L
2	5	2-3	18	24	18-22-28-36
4	8	4-8-12	20	26	16-20-25-32
5	9	4-5-8	22	28	18-22-28-36
6	10	6-10-12-16	25	32	20-25-32-40
8	12	8-12-16-20	28	36	22-28-36-45
10	16	10-16-20-25	30	38	24-30-38
12	18	12-16-20-25	32	40	20-25-32-40-50
14	20	14-18-22-28	35	45	25-35-40-50
15	21	16-20-25-32	40	50	25-32-40-50
16	22	16-20-25-32	45	55	35-45-55-65

Coussinets à collerette

d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
3	6	9	1,5	4-6-10	20	26	32	3	16-20-25-32
4	8	12	2	4-8-12	22	28	34	3	15-20-25-30
6	10	14	2	6-10-16	25	32	39	3,5	20-27-32
8	12	16	2	8-12-16	28	36	44	4	22-28-36
10	16	22	2	8-10-16	30	38	46	4	20-25-30
12	18	24	3	8-12-20	32	40	48	4	20-25-30-32
14	20	26	3	14-18-22-28	36	45	54	4,5	22-28-36
16	22	28	3	16-20-25-32	40	50	60	5	25-32-40
18	24	30	3	18-22-28	50	60	70	5	32-40-50



Arbre

Dureté	HB ≥ 200
Tolérance	f7
État de surface	Ra ≤ 0,2

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique fritté, $d \times D \times L$ ISO 2795
Coussinet à collerette fritté, $Cd \times D \times L$ ISO 2795

Ces coussinets sont en bronze fritté à structure poreuse. Ils sont imprégnés d'huile jusqu'à saturation*. Sous l'effet de la rotation de l'arbre, l'huile est aspirée et crée une excellente lubrification.

Facteur de frottement $\mu = 0,04$ à $0,20$.

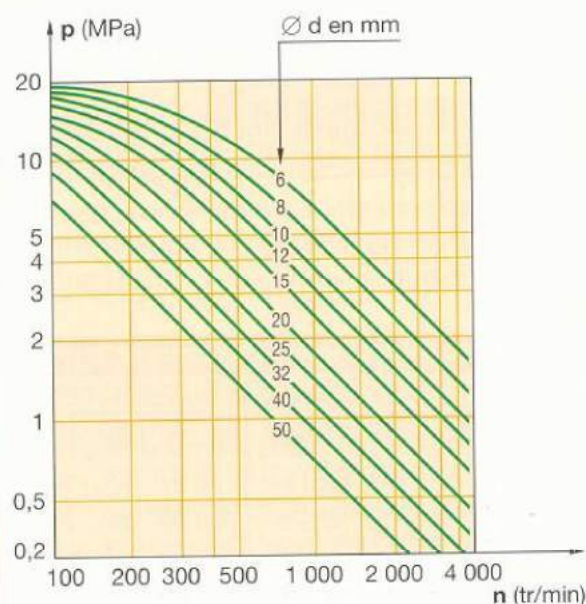
Détermination d'un coussinet

p	x	v	=	1,8
Pression spécifique en MPa $p = \frac{\text{Charge radiale}}{\text{Surface projetée}}$	Vitesse linéaire d'un point de la périphérie de l'arbre en m/s.	Valeur maximale expérimentale pour les matériaux donnés.		

Exemple de détermination de la longueur L.

On donne la charge radiale $Q = 1\,750$ N, le diamètre de l'arbre $d = 20$ mm et la fréquence de rotation $n = 500$ tr/min. La lecture de l'abaque donne une pression $p \approx 3,5$ MPa. Soit $S = 1\,750/3,5 = 500$ mm².

On a $S = d \cdot L$, d'où longueur L du coussinet :
 $L = 500/20 = 25$ mm.



* Huile minérale 8° Engler à 50 °C.

63.2 Coussinets autolubrifiants composites

NF E 22-511 – ISO 3547

Coussinets cylindriques PTFE

d	D	L	f	d	D	L	f
3	4,5	3-5-6	0,8 ± 0,3	20	22	10-15-20-25-30	0,8 ± 0,3 1,2 ± 0,4
4	5,5	4-6-10		22	25	15-20-25-30	
5	7	5-8-10		25	28	15-20-25-30	
6	8	6-8-10		28	32	20-25-30	
8	10	6-8-10-12		30	34	15-20-25-30-40	
10	12	8-10-12-15-20	1,2 ± 0,4	32	36	20-30-40	
12	14	8-10-12-15-20-25		35	39	20-30-40-50	
14	16	10-12-15-20-25		40	44	20-30-40-50	
15	17	10-12-15-20-25		45	50	20-30-40-50	
16	18	10-12-15-20-25		50	55	20-30-40-60	
18	20	15-20-25		55	60	30-40-60	

Coussinets à collerette PTFE

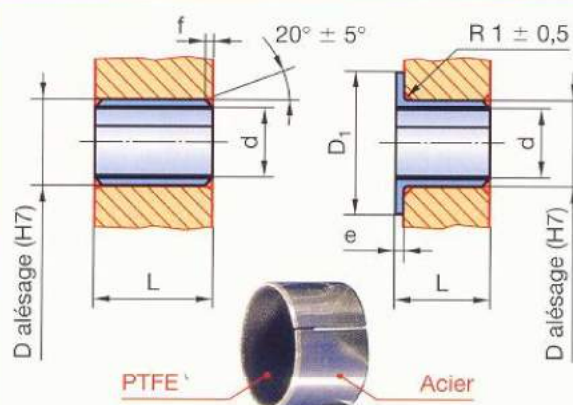
d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
6	8	12	1	4-8	16	18	24	1	12-17
8	10	15	1	5,5-7,5-9,5	18	20	26	1	12-17-22
10	12	18	1	7-9-12-17	20	23	30	1,5	11,5-15-16,5-21,5
12	14	20	1	7-9-12-15-17	25	28	35	1,5	11,5-16,5-21,5
14	16	22	1	12-17	30	34	42	2	16-26
15	17	23	1	9-12-17	35	39	47	2	16-26

Ces coussinets sont constitués d'un support en tôle d'acier roulée revêtue de cuivre sur laquelle est frittée une couche poreuse de bronze et dans laquelle s'incruste la couche frottante en polytétrafluoréthylène (PTFE). Ces coussinets se fabriquent également en acier inoxydable.

Facteur de frottement $\mu = 0,03$ à $0,25$. Lubrification non nécessaire. Température d'emploi de -200 °C à $+250$ °C. Vitesse maximale de glissement : 2 m/s.

Détermination d'un coussinet

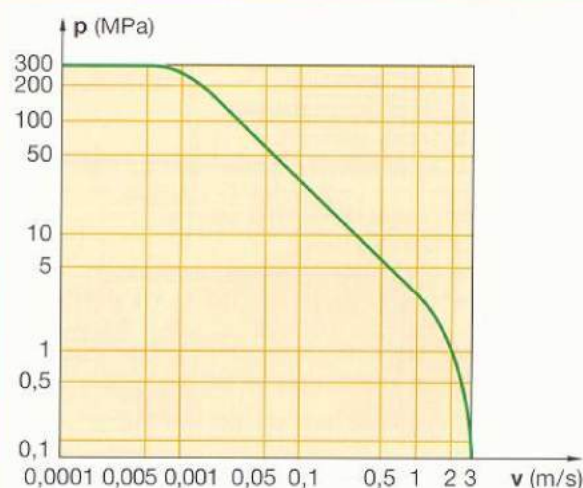
La détermination s'effectue à l'aide de l'abaque ci-contre. Le principe de calcul est analogue à celui des coussinets frittés (§ 63.11)



Arbre	Dureté	HB ≥ 300
	Tolérance	f7
	État de surface	Ra ≤ 0,4

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique composite PTFE, d × D × L ISO 3547



63.3 Coussinets en polyamide PTFE

Coussinets cylindriques

d	D	L	f	d	D	L	f
8	10	8-10	0,8 ± 0,3	16	18	15-20	0,8 ± 0,3
10	12	10-12-15		20	23	15-20	
12	14	10-12-15		25	28	15-20	
14	16	15-20		30	34	20-30	
15	17	15-20		-	-	-	

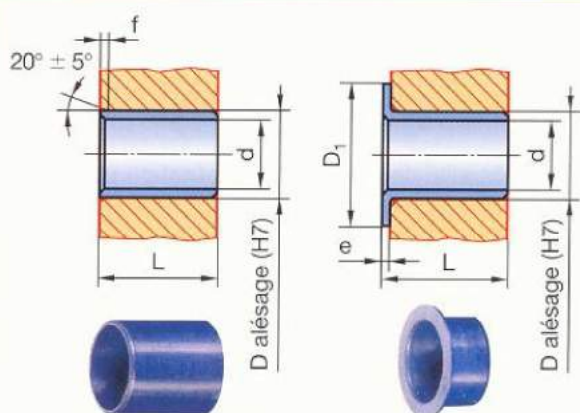
Coussinets à collerette PTFE

d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
10	12	18	1	7-12	16	18	24	1	17
12	14	20	1	9-12	20	23	30	1,5	11,5-21,5
14	16	22	1	12-17	25	28	35	1,5	11,5-21,5
15	17	23	1	12-17	-	-	-	-	-

Charge dynamique à $V < 0,01$ m/s : 40 MPa.

Vitesse de glissement admissible : 1 m/s.

Les coussinets en PTFE massif sont relativement économiques. La lubrification n'est pas nécessaire. Ils présentent une très bonne isolation électrique.



Arbre	Dureté	HB ≥ 100
	Tolérance	h8
	État de surface	Ra ≤ 0,8

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique polyamide PTFE, d × D × L