

LES MATIÈRES PLASTIQUES

Une **matière plastique** est obtenue par association d'un constituant de base – **résine** ou **polymère** – à des **adjuvants** (stabilisants, plastifiants...) et des **additifs** (colorants, fongicides...). On distingue deux catégories de matières plastiques : les **thermoplastiques** et les **thermodurcissables**.

THERMO-PLASTIQUES	Ils peuvent être <i>ramollis par chauffage</i> et <i>durcis par refroidissement</i> . L'opération est <i>réversible</i> et peut être <i>répétée</i> plusieurs fois.
THERMO-DURCISSABLES	Ils peuvent être transformés par la chaleur ou par d'autres moyens tels que radiation, catalyseurs, etc. en un état essentiellement infusible et insoluble. L'opération est <i>irréversible</i> et le recyclage des déchets est impossible.

LES THERMODURCISSABLES

	t d'util. (°C)	$\frac{P}{\rho}$ (g/cm ³) TL	Rm (N/mm ²)	E (N/mm ²)	Usinabilité	Moula-ge	Avantages	Inconvénients
Polyépoxydes EP (avaldite)	90 à 290	1,1 à 1,5 Ti à Op	15 à 70	2500	**	**	Bonnes propriétés mécaniques. Se coule bien à chaud. Bonne adhérence.	Se dissout dans les cétones. Réticulation lente.
Phénoplastes PF	200	1,4 à 1,7 Tr à Op	25 à 50	8000	**	***	Bonne tenue en température. Fluage.	Non alimentaire.
Polyester UP Rigide	75 à 95	1,2 Tr à Op	50 à 62	2850	***	***	Rigide. Moulage simple à froid.	Inflammable.
Polyester UP Pré-impregnés 40 % verre	190	1,6 -	55 à 100	14000	M	***	Excellente tenue mécanique.	Se limite à la série moyenne.
Polyimides SP + 40 % graphite	250	1,55 -	22 à 23	7000	-	-	Bonne température mécanique en fatigue.	Mauvaise tenue à l'humidité.
Silicones SI	225	1 à 2 Op	6 à 7	-	M	**	Excellentes propriétés électriques. Élasticité.	Colorations limitées. Prix élevé.

Les élastomères sont obtenus lors du moulage à chaud (vulcanisation), au cours duquel une réaction chimique apparaît avec des produits rajoutés, et se créent des liaisons chimiques, peu nombreuses, entre les chaînes (*irréversible*).

ÉLASTOMÈRES	Propriétés mécaniques à temp. ordinaire				Tenue au vieillissement				Tenue aux fluides				
	Déformation rémanente après compression	Traction	Déchirement	Abrasion	Résilience	Flexion	Intempéries Air	Produits pétroliers	Tenue à froid	Chaleur	Acides	Imperméabilité au gaz	
Caoutchouc naturel	***	****	***	***	****	***	M	N	F	***	N	*	M
Polybutadiène styrène SBR	**	**	*	**	**	**	*	N	*	**	N	M	M
Polyuréthanes PUR	**	****	****	****	***	**	****	***	*	***	****	*	***
Polyisoprène	***	***	**	**	****	***	M	N	F	***	N	*	M
Polychloroprène	**	***	**	**	***	***	***	**	**	*	**	*	*
Polyépichlorhydrine	***	**	*	*	F	*	**	****	**	*	***	M	****

**** Excellent - *** Très bon - ** Bon - * Assez bon - M Médiocre - F Faible - N Nul

TL : Transmission lumineuse - Tr : Transparent - Ti : Translucide - Op : Opaque

LES THERMOPLASTIQUES

	t d'util. (°C)	$\frac{P}{\rho}$ (g/cm ³) TL	Rm (N/mm ²)	E (N/mm ²)	Usinabilité	Moula-ge	Avantages	Inconvénients
Acétate de cellulose CA (Rhodoïd)	60 à 100	1,2 Tr	32 à 56	2000	***	***	Bonne résistance aux chocs. Bonne stabilité dimensionnelle.	Sensible à l'humidité. Retrait non homogène.
Acrylonitrile Butadiène Styrene ABS	60 à 110	1,1 Ti à Op	17 à 63	2000	***	F	Bon aspect. Bonne résistance aux chocs et aux rayures.	Soudage difficile. Ne résiste pas aux solvants. Cassant. Inflammable.
Chlorure de polyvinyle PVC Rigide	50 à 70	1,3 Tr à Op	40 à 60	3200	***	***	Imperméabilité à l'eau. Bon isolant. Rigide.	Dégage du chlore au cours de sa décomposition.
PVC souple	60 à 80	1,2 Tr à Op	10 à 20	25	-	-	Grande souplesse.	Non alimentaire.
Polyamide PA 6-6 (Nylon)	120 à 160	1,14 Tr à Op	4 à 75	1100 à 2800	***	**	Bonne résistance à l'usure et à la fatigue.	Sensible à l'humidité.
Polyamide PA 1-1 (Rylsan)	65 à 110	1,04 Tr à Op	55	970 à 1200	-	-	Bonne résistance aux chocs	Fluage.
Polyamide PA 6 + 25 % Fibre de verre	120 à 160	1,44 -	125	7400	**	**	Bonne tenue en température.	Sensible à l'humidité.
Polycarbonate PC (Makrolon)	130	1,2 -	50 à 70	2400	***	**	Excellentes propriétés mécaniques.	Résiste mal aux hydrocarbures.
Polyéthylène basse densité PEbd	120	0,92 Ti à Op	7 à 16	200	***	***	Imperméable à l'eau. Résiste aux chocs. Bonnes qualités électriques.	Inflammable. Mauvaises qualités mécaniques.
Polyéthylène haute densité PEhd	120	0,95 Ti à Op	25 à 39	800 à 1200	***	***	Résiste aux chocs. Qualité alimentaire.	Inflammable. Retrait non homogène.
Polyméthyl-méthacrylate (Plexiglass) PMMA	85	1,18 Tr	60 à 70	3200	***	F	Excellentes qualités optiques. Insensible aux U.V. Facile à former.	Faible tenue en température. Cassant.
Polyoxyméthylène POM (Actéal, Delrin)	85	1,4 Ti à Op	70	2900	***	***	Bonnes propriétés mécaniques.	Sensible aux U.V. Combustible.
Polypropylène PP	95	0,9 Tr à Op	30 à 40	1400	***	***	Bonnes propriétés mécaniques. Résiste à la flexion.	Combustible. Retrait non homogène.
Polystyrène PS standard	70	1,05 Tr	35 à 63	3000	M	***	Excellent isolant. Rigide.	Cassant et inflammable. Ne résiste pas aux solvants (benzène, etc.)
Polystyrène PS choc	70	1,05 Ti à Op	21 à 47,5	2500	**	***	Bonnes propriétés électriques. Résistance aux chocs.	Fragile. Inflammable. Ne résiste pas aux solvants (benzène, etc.)
Polyéthylène tétrafluorure (Téflon) PTFE	-200 à +260	2,14 Op	20 à 40	350 à 700	**	-	Peu adhérent. Bon isolant. Autolubrifiant.	Fluage important. Densité et prix élevés. Retrait non homogène.

**** Excellent - *** Très bon - ** Bon - * Assez bon - M Médiocre - F Faible - N Nul

TL : Transmission lumineuse - Tr : Transparent - Ti : Translucide - Op : Opaque

Aciers

DÉSIGNATION DES ACIERS DE CONSTRUCTION NORMALISÉS

Il s'agit des aciers de construction désignés à partir de leur utilisation et de leurs caractéristiques mécaniques ou physiques.

Désignation symbolique	Désignation numérique	Désignation nationale antérieure	R (MPa)	Re (MPa)
S 185	10035	A 33	420	160
S 235	10037	E 24	370	225
S 275	10044	E 28	450	260
S 355	10045	E 36	520	340
E 295	10050	A 50	500	275
E 335	10060	A 60	600	330
E 360	10070	A 70	730	360

R (MPa) : résistance à la rupture en MPa

Re (MPa) : limite apparente d'élasticité en MPa

ACIERS DE CONSTRUCTION D'USAGE COURANT (GROUPE 1)

Remarque :

S'il s'agit d'une pièce moulée en acier d'usage courant, la désignation ci-dessus doit être précédée de la lettre G.

Exemple : • pièce usinée : S 185 • pièce moulée : GS 185

• Aciers de construction pour traitements thermiques (teneur en manganèse : Mn > 1 %)

Désignation symbolique	Désignation numérique	Désignation nationale antérieure	R (MPa)	Re (MPa)	Principales propriétés
C 22	1.1151	XC18	440.640	330	Aciers malléables, soudables Aciers de cémentation Pièces forgées et matricées
C 25	1.1158	XC25	490.630	365	
C 30	1.1178	XC32	570.760	430	Aciers qui permettent : - une résistance à l'usure - un traitement dans la masse - une trempe à l'eau en général - une trempe à l'huile pour les faibles sections
C 35	1.1181	XC38	630.830	490	
C 40	1.1186	XC42	670.880	520	
C 45	1.1201	XC48	710.935	550	Aciers qui permettent : - une trempe à l'huile pour les faibles et les moyennes sections
C 55	1.1203	XC55	750.980	585	

• Aciers de construction pour traitements thermiques [trempe - revenu] (teneur des éléments d'alliage < 5 %)

Désignation symbolique	Désignation numérique	Désignation nationale antérieure	Désignation symbolique	Désignation numérique	Désignation nationale antérieure
25CrMo4	17218	25CD4	36NiCrMo16.10	16773	35NCD16
34CrMo4	17220	34CD4	51CrV4	18159	50CV4
42CrMo4	17225	42CD4	34Cr4	17033	32C4
37Cr4	17034	38C4	42Cr2	17006	38C2

Remarque :

Le chrome et le nickel augmentent la dureté et la résistance à la traction.

ACIERS NON ALLIÉS SPÉCIAUX (GROUPE 2)

CUIVRE ET ALLIAGES DE CUIVRE DE FONDERIE

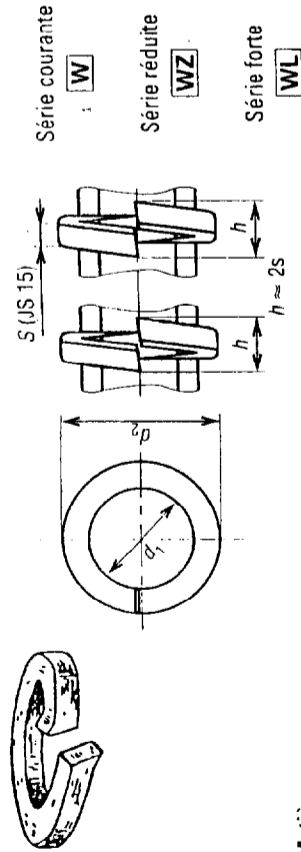
	Nuances	État	R mini (MPa)	R mini (MPa)	A (%)	Propriétés - Emplois	
BRONZES	Cu Sn 12	Y30	Moulage en coquilles	270	150	16	Excellentes propriétés de frottement chimique ; bonnes propriétés pour la fonderie ; paliers résistants aux acides.
	Cu Pb20 Sn 5	Y20	Moulage en sable	150	60	5	
LAITONS	Cu Zn 19 A 16	Y20	Moulage en sable	750	500	8	Construction mécanique. Industrie chimique.
	Cu Zn 40	Y30	Moulage en coquilles	435	300	14	
CUPRO-ALU	Cu Al 19	Y30	Moulage en coquilles	500	200	20	Excellentes caractéristiques mécaniques ; bonne résistance à la corrosion. Robinetterie, quincaillerie.
	Cu Al 10 Fe 5 Ni 5	Y20	Moulage en sable	630	250	12	
CUPRO-NICKEL	Cu Ni10 Fe 1 Mn	Y30	Moulage en coquilles	280	120	20	Haute résistance à la corrosion. Construction navale.
AU BERYLLIUM	Cu Be 2	Y23	M. en coquilles Tr. et Rev.	1000	800	2	Caractéristiques comparables aux bons aciers spéciaux. Moules, ressorts...

CUIVRE ET ALLIAGES DE CUIVRE CORROYÉS

	Nuances	État	R mini (MPa)	R mini (MPa)	A (%)	Propriétés - Emplois	
CUIVRE	Cu-FRHC	H12	Ecroui	230	70	20	Bonne conductibilité électrique. Câbles, bobinages, contacts...
BRONZES	Cu Sn 8,5 P	O	Recuit	445	282	35	Très bonne tenue aux frottements. Très utilisés.
	Cu Sn 10 Pb9	H14	Ecroui	160	100	6	
LAITONS	Cu Zn 20	H12	Ecroui	280	140	28	Bonne qualité de frottement. Utilisation en décolletage, très bonne usinabilité.
	Cu Zn 38 Pb 2	H14	Ecroui	390	240	16	
CUPRO-ALU	Cu Al 9 Ni3Fe2Mn	H12	Ecroui	630	260	15	Caractéristiques mécaniques voisines de celles des aciers. Inoxydabilité aux hautes températures. Résiste bien aux chocs.
	Cu Al10 Mn7Fe2	H14	Ecroui	690	320	13	
CUPRO-NICKEL	Cu Ni10 Fe 1 Mn	H22	Ecroui-Recuit	325	175	25	Haute résistance à la corrosion. Construction navale. Bonne résistance à la corrosion.
	Cu-FRHC	H12	Ecroui	230	70	20	

Boulonnerie - Visserie

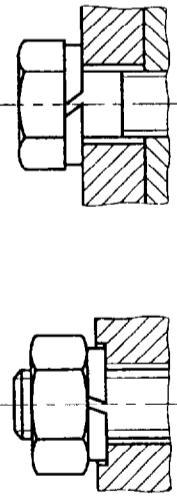
• Rondelles Grower NF E 25-515/516/517



Matière :
Acier XC 65 traité - 44 ≤ HRC ≤ 50

diamètre nominal d	Série réduite symbole WZ NF E 25-516						Série courante symbole W NF E 25-515						Série forte symbole WL NF E 25-517		
	d ₁	d ₂ env.	S	d ₁	d ₂ env.	S	d ₁	d ₂ env.	S	d ₁	d ₂ env.	S	d ₁	d ₂ env.	S
3	3,2	5,2	0,6	3,2	5,2	1	3,2	5,2	1	3,2	5,2	1	3,2	5,2	1
(3,5)	3,7	5,7	0,6	3,7	5,7	1	3,7	5,7	1	3,7	5,7	1	3,7	5,7	1
4	4,3	7,3	1	4,3	7,3	1,5	4,3	7,3	1,5	4,3	7,3	1,2	4,3	7,3	1,2
5	5,3	8,3	1	5,3	8,3	1,5	5,3	10,3	1,5	5,3	10,3	1,5	5,3	10,3	1,5
6	6,4	10,4	1,2	6,4	10,4	2	6,4	12,4	1,8	6,4	12,4	1,8	6,4	12,4	1,8
(7)	7,4	11,4	1,2	7,4	11,4	2	7,4	13,4	1,8	7,4	13,4	1,8	7,4	13,4	1,8
8	8,4	13,4	1,5	8,4	13,4	2,5	8,4	15,4	2	8,4	15,4	2	8,4	15,4	2
(9)	9,4	14,4	1,5	9,4	14,4	2,5	9,4	17,4	2,5	9,4	17,4	2,5	9,4	17,4	2,5
10	10,5	16,5	1,8	10,5	16,5	3	10,5	18,5	2,5	10,5	18,5	2,5	10,5	18,5	2,5
12	13	20	2	13	20	3,5	13	23	3	13	23	3	13	23	3
14	15	23	2,5	15	23	4	15	25	3	15	25	3	15	25	3
16	17	25	2,5	17	25	4	17	29	3,5	17	29	3,5	17	29	3,5
18	19	29	3	19	29	5	19	31	3,5	19	31	3,5	19	31	3,5
20	21	31	3	21	31	5	21	35	4,5	21	35	4,5	21	35	4,5
22	23	33	3	23	33	5	23	37	4,5	23	37	4,5	23	37	4,5
24	25	37	3,5	25	37	6	25	39	4,5	25	39	4,5	25	39	4,5
27	28	40	3,5	28	40	6	28	45	—	28	45	—	28	45	—
30	31	45	4,5	31	45	7	31	—	—	31	—	—	31	—	—

Exemples d'ensembles montés



Désignation :

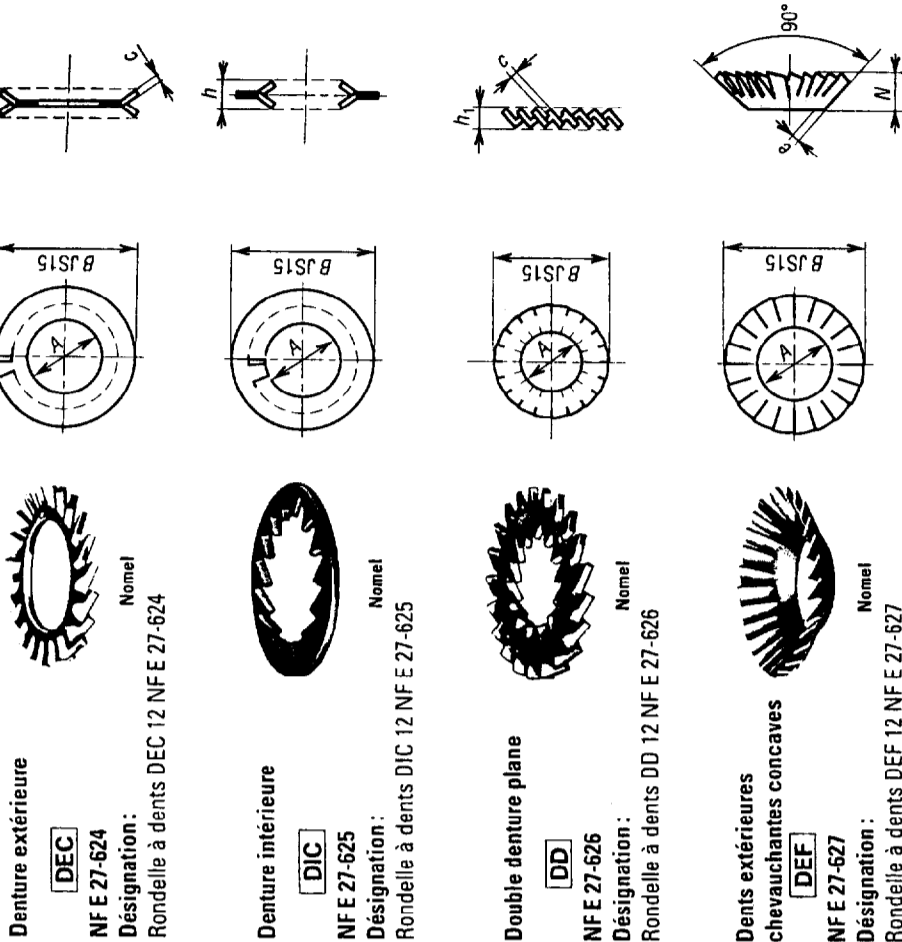
Rondelle W 20 NF E 25-516

Le freinage est obtenu par l'élasticité de la rondelle après serrage. Le modèle avec becs augmente l'efficacité du freinage car les becs pénètrent à la fois dans l'écrou (ou la tête de vis) et dans la pièce.

RONDELLES ELASTIQUES

Boulonnerie - Visserie

• Rondelles à dents chevauchantes planes (éventail)



DEC
Denture extérieure

NF E 27-624
Nomel
Désignation :
Rondelle à dents DEC 12 NF E 27-624

DIC
Denture intérieure

NF E 27-625
Nomel
Désignation :
Rondelle à dents DIC 12 NF E 27-625

DD
Double denture plane

NF E 27-626
Nomel
Désignation :
Rondelle à dents DD 12 NF E 27-626

DEF
Dents extérieures chevauchantes concaves

NF E 27-627
Nomel
Désignation :
Rondelle à dents DEF 12 NF E 27-627

d nominal	Symbole DEC-DIC				Symbole DD				Symbole DEF					
	A	B	h*	B1	h ₁	B2	h ₂	A	B	h*	B1	h ₁	B2	h ₂
2	2,05	4,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	2,55	5,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	3,05	6	0,7	12	1,25	6	0,6	—	—	—	—	—	—	—
4	4,1	8	0,9	15,5	2	8	0,75	—	—	—	—	—	—	—
5	5,1	9,2	1	17,5	2	10	0,9	—	—	—	—	—	—	—
6	6,1	11	1,1	18	2,25	12	0,9	—	—	—	—	—	—	—
8	8,2	14	1,3	22	2,5	15,5	1,2	—	—	—	—	—	—	—
10	10,2	18	1,4	26	2,75	19	1,2	—	—	—	—	—	—	—
12	12,3	20	1,5	30	3	23	1,5	—	—	—	—	—	—	—
(14)	14,3	24	1,6	33	3,5	27	1,8	—	—	—	—	—	—	—
16	16,3	26	1,8	36	3,5	31	1,8	—	—	—	—	—	—	—
20	20,5	32,5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	24,5	38	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	30,5	48	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Le freinage est obtenu par l'élasticité des dents et la pénétration des arêtes dans les pièces à freiner.

Ce type de denture chevauchante augmente de 40 % le couple de freinage obtenu par rapport à une denture non chevauchante.

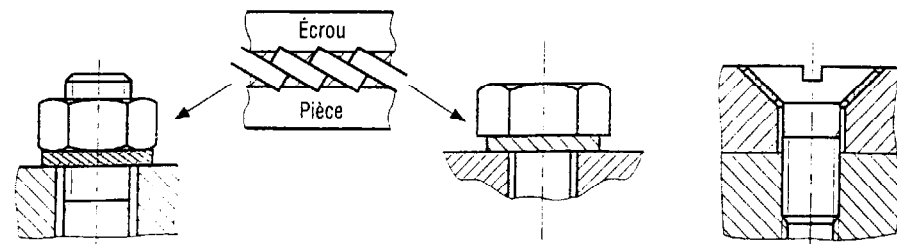
Matière :

- Acier XC 60 avec ou sans protection
- Bronze phosphoreux Cu Sn 9 P
- Aciers inoxydables Z 6 CN 18-09t

* hauteur mini après application de la charge

Boulonnerie - Visserie

Exemples d'ensembles montés

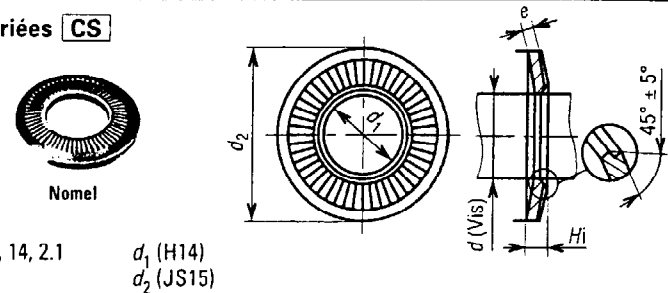


Liaison élastique et pénétration entre les éléments de l'assemblage ont lieu grâce à une denture **réellement chevauchante**.

Rondelles coniques striées CS
NF E 25-511

Matière : Acier XC 60

Désignation : Rondelle CS 6, 14, 2.1



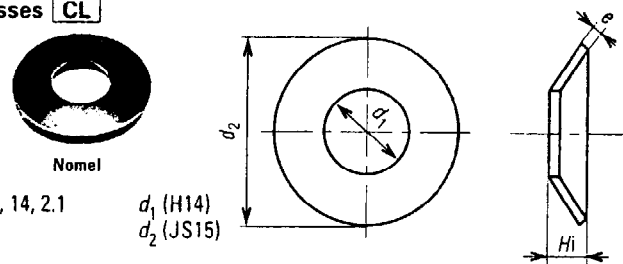
CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES									
d vis	d ₂	e	Hi	Charge	d vis	d ₂	e	Hi	Charge
3	8	0,6	1	2400	10	22	1,6	2,75	27500
4	10	0,9	1,4	4200	12	27	1,8	3,10	40000
5	12	1,1	1,8	6800	(14)	30	2,4	3,70	55000
6	14	1,4	2,1	9500	16	32	2,8	4,10	75000
8	18	1,4	2,35	17500	20	40	3,2	4,91	100000

Classe de qualité des vis ≥ 10,8

Rondelles coniques lisses CL
NF E 25-510

Matière : Acier XC 60

Désignation : Rondelle CL 6, 14, 2.1



CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES									
d vis	d ₂	e	Hi	Charge	d vis	d ₂	e	Hi	Charge
5	15	1,4	2,1	8200	12	24	3,2	4,2	48900
6	12	1,4	2	11600	(14)	32	3,4	4,25	66700
6	18	1,7	2,4	11600	16	32	3,4	4,3	91000
8	16	1,9	2,6	21200	20	38	4	5,1	147000
10	20	2,2	3,1	33700	24	46	6,2	7	212000

Classe de qualité des vis ≥ 8,8

Ce type de rondelle permet :

- de maintenir une tension élevée dans l'assemblage sans risque de desserrage ;
- de compenser les jeux dus aux tassements des pièces et à la dilatation différentielle entre les divers éléments de l'assemblage.

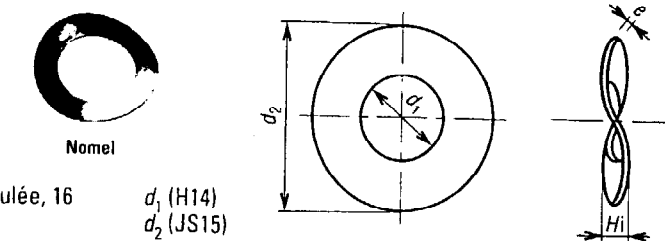
RONDELLES ÉLASTIQUES

Boulonnerie - Visserie

Rondelles ondulées deux ondes
NF E 27-620

Matière : Acier X 60

Désignation : Rondelle ondulée, 16



Ce type de rondelle est utilisé lorsque l'on désire diminuer la pression spécifique sur le support. La fixation est réalisée sur un support tendre (alliages légers, matières plastiques).

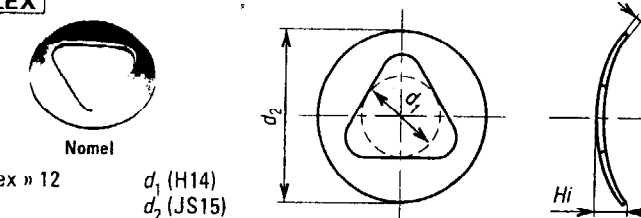
CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES									
d vis	d ₂	e	Hi	Charge	d vis	d ₂	e	Hi	Charge
2	4,5	0,3	0,9	900	10	21	1	3,4	25000
2,5	5	0,3	1	1500	12	24	1,2	3,8	37000
3	6	0,4	1,2	2200	(14)	28	1,5	4,4	50000
4	9	0,5	1,5	3800	16	30	1,5	4,8	68000
5	10	0,5	1,7	6100	(18)	34	1,5	5,4	83000
6	12	0,5	2	8700	20	36	1,6	5,6	105000
8	17	0,8	2,8	16000	24	44	1,8	6,4	150000

Classe de qualité des vis ≤ 8,8

Rondelles « Flex » FLEX

Matière : Acier X 60

Désignation : Rondelle « Flex » 12



Le freinage de l'écrou s'obtient au desserrage grâce à la résistance offerte par les arêtes de l'évidement triangulaire.

Les rondelles « Flex » sont recommandées pour les matières plastiques et alliages légers.

CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES							
d vis	d ₂	e	Hi	d vis	d ₂	e	Hi
3	7,8	0,5	1,2	8	18,3	0,9	2,1
4	11	0,5	1,3	10	22,3	1	2,4
5	11,9	0,7	1,4	12	26,9	1,1	2,8
6	13,9	0,8	1,6	(14)	29,9	1,2	3

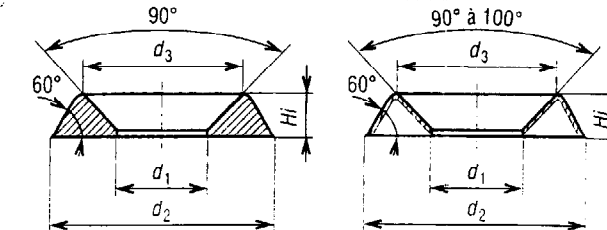
Classe de qualité des vis ≤ 8,8

RONDELLES ÉLASTIQUES

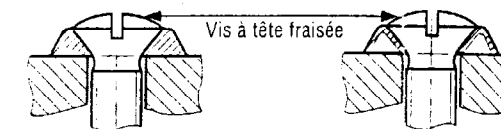
Rondelles cuvettes NF E 27-619

Usinée

Emboutie



CARACTÉRISTIQUES					
d vis	d ₁	d ₂	d ₃	Hi	e
3	3,5	9	6,5	2	0,25
4	4,5	11	8	2,5	0,25
5	5,5	14	10	3	0,25
6	7	16	12	3,5	0,30
8	9	22	16	4,5	0,30
10	11	28	20	5,5	0,30
12	14	32	24	6,5	0,40
14	16	36	28	7,5	0,40



Désignation : Rondelle M.12.U