

DOSSIER RESSOURCE

SOMMAIRE

Le dossier ressource est composé de 11 pages. Certains documents sont uniquement **au format numérique.**

Extrait du Guide de Technicien Supérieur« Les ajustements - Alésages »	DR1
Extrait du Guide de Technicien Supérieur« Les ajustements - Arbres »	DR2
Extrait du Guide de Technicien Supérieur« Les tolérances générales »	DR3
Tableau symbolisation technologique isostatisme 2 ^{ème} partie de la norme	DR4
Guide des normes Fonte	DR5
Caractéristiques fonte de fer avec graphite sphéroïdal	DR6-7
Les traitements de surface : La nitruration	DR8
Caractéristiques du moulage au sable	DR9
Préconisation sur les procédés de moulage	DR9
Caractéristiques sur les surépaisseurs de rectification	DR10
Extrait catalogue HAINBUCH (Fichier numérique)	DR11
Extrait catalogue Sunsteel 2019 (Fichier numérique)	DR12
Extrait de catalogue EWS porte-outil pour tourelle BMT 45 (Fichier numérique)	DR13
HURON Tour AX Series (Fichier numérique)	DR14
Equipement de base du tour HURON (Fichier numérique)	DR15

15.25 Principaux ajustements			Arbres*	H 6	H 7	H 8	H 9	H 11
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.).		c				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré).		d				9	11
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude.		e		7	8	9	
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possible sans détérioration des pièces	L'assemblage ne peut pas transmettre d'effort	Mise en place possible à la main	f	6	6-7	7	
			Mise en place au maillet	g	5	6		
	Démontage impossible sans détérioration des pièces	L'assemblage peut transmettre des efforts	Mise en place à la presse	h	5	6	7	8
			Mise en place à la presse ou par dilatation (vérifier que les contraintes imposées au métal ne dépassent pas la limite élastique)	js	5	6		
				k	5			
			m		6			
			p		6			
			s			7		
u			7					
x			7					

15.26 Principaux écarts en micromètres

Température de référence : 20 °C

Alésages	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 0	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 121 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N 9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P 6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P 7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

JS = ± IT/2 (voir tableau 15.24).

* Utiliser de préférence les qualités teintées en jaune.

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
a 11	- 270 - 330	- 270 - 345	- 280 - 370	- 290 - 400	- 300 - 430	- 320 - 470	- 360 - 530	- 410 - 600	- 580 - 710	- 820 - 950	- 1 050 - 1 240	- 1 350 - 1 560	- 1 650 - 1 900
c 11	- 60 - 120	- 70 - 145	- 80 - 170	- 95 - 205	- 110 - 240	- 130 - 280	- 150 - 330	- 180 - 390	- 230 - 450	- 280 - 530	- 330 - 620	- 400 - 720	- 480 - 840
d 9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93	- 65 - 117	- 80 - 142	- 100 - 174	- 120 - 207	- 145 - 245	- 170 - 285	- 190 - 320	- 210 - 350	- 230 - 385
d 10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120	- 65 - 149	- 80 - 180	- 100 - 220	- 120 - 250	- 145 - 305	- 170 - 355	- 190 - 400	- 210 - 440	- 230 - 480
d 11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160	- 65 - 195	- 80 - 240	- 100 - 290	- 120 - 340	- 145 - 395	- 170 - 460	- 190 - 510	- 210 - 570	- 230 - 630
e 7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50	- 40 - 61	- 50 - 75	- 60 - 90	- 72 - 107	- 85 - 125	- 100 - 146	- 110 - 162	- 125 - 182	- 135 - 198
e 8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148	- 100 - 172	- 110 - 191	- 125 - 214	- 135 - 232
e 9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 - 112	- 60 - 134	- 72 - 159	- 85 - 185	- 100 - 215	- 110 - 240	- 125 - 265	- 135 - 290
f 6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27	- 20 - 33	- 25 - 41	- 30 - 49	- 36 - 58	- 43 - 68	- 50 - 79	- 56 - 88	- 62 - 98	- 68 - 108
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g 5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g 6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h 5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h 6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
h 8	0 - 14	0 - 18	0 - 22	0 - 27	0 - 33	0 - 39	0 - 46	0 - 54	0 - 63	0 - 72	0 - 81	0 - 89	0 - 97
h 9	0 - 25	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
h 10	0 - 40	0 - 48	0 - 58	0 - 70	0 - 84	0 - 100	0 - 120	0 - 140	0 - 160	0 - 185	0 - 210	0 - 230	0 - 250
h 11	0 - 60	0 - 75	0 - 90	0 - 110	0 - 130	0 - 160	0 - 190	0 - 220	0 - 250	0 - 290	0 - 320	0 - 360	0 - 400
h 13	0 - 140	0 - 180	0 - 220	0 - 270	0 - 330	0 - 390	0 - 460	0 - 540	0 - 630	0 - 720	0 - 810	0 - 890	0 - 970
j 6	+ 4 - 2	+ 6 - 2	+ 7 - 2	+ 8 - 3	+ 9 - 4	+ 11 - 5	+ 12 - 7	+ 13 - 9	+ 14 - 11	+ 16 - 13	+ 16 - 16	+ 18 - 18	+ 20 - 20
js 5	± 2	± 2,5	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 7,5	± 9	± 10	± 11,5	± 12,5	± 13,5
js 6	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 8	± 9,5	± 11	± 12,5	± 14,5	± 16	± 18	± 20
js 9	± 12	± 15	± 18	± 21	± 26	± 31	± 37	± 43	± 50	± 57	± 65	± 70	± 77
js 11	± 30	± 37	± 45	± 55	± 65	± 80	± 95	± 110	± 125	± 145	± 160	± 180	± 200
k 5	+ 4 0	+ 6 + 1	+ 7 + 1	+ 9 + 1	+ 11 + 2	+ 13 + 2	+ 15 + 2	+ 18 + 3	+ 21 + 3	+ 24 + 4	+ 27 + 4	+ 29 + 4	+ 32 + 5
k 6	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2	+ 18 + 2	+ 21 + 2	+ 25 + 3	+ 28 + 3	+ 33 + 4	+ 36 + 4	+ 40 + 4	+ 45 + 5
m 5	+ 6 + 2	+ 9 + 4	+ 12 + 6	+ 15 + 7	+ 17 + 8	+ 20 + 9	+ 24 + 11	+ 28 + 13	+ 33 + 15	+ 37 + 17	+ 43 + 20	+ 46 + 21	+ 50 + 23
m 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15	+ 46 + 17	+ 52 + 20	+ 57 + 21	+ 63 + 23
n 6	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15	+ 33 + 17	+ 39 + 20	+ 45 + 23	+ 52 + 27	+ 60 + 31	+ 66 + 34	+ 73 + 37	+ 80 + 40
p 6	+ 12 + 6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37	+ 68 + 43	+ 79 + 50	+ 88 + 56	+ 98 + 62	+ 108 + 68

js = ± IT/2 (voir tableau 15.24).

16.4 Tolérances générales

L'utilisation des tolérances générales a pour objet de permettre le tolérancement complet d'une pièce tout en évitant d'inscrire un nombre trop important de spécifications.

■ Les tolérances plus petites que les tolérances générales sont indiquées individuellement.

■ Les tolérances plus grandes que les tolérances générales ne sont indiquées que s'il peut en résulter une réduction des coûts de fabrication.

16.41 Écart pour éléments usinés

NF EN 22768 – ISO 2768

Dimensions linéaires						Angles cassés			Dimensions angulaires			
Classe de précision	0,5 à 3 inclus	3 à 6	6 à 30	30 à 120	120 à 400	Rayons – chanfreins			Dimension du côté le plus court			
						0,5 à 3 inclus	3 à 6	> 6	Jusqu'à 10	10 à 50 inclus	50 à 120	120 à 400
f (fin)	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,2	± 0,5	± 1	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
m (moyen)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,2	± 0,5	± 1				
c (large)	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 0,4	± 1	± 2	± 1° 30'	± 1°	± 30'	± 15'
v (très large)	–	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 0,4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 30'

Tolérances géométriques												
Tolérances												
Classe de précision	Jusqu'à 10	10 à 30 inclus	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Toutes dimensions
H (fin)	0,02	0,06	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
K (moyen)	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,2
L (large)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	0,6	1	1,5	0,6	1	1,5	0,5

Même valeur que la tolérance dimensionnelle ou de rectitude ou de planéité si elles sont supérieures.	Même valeur que la tolérance diamétrale mais à condition de rester inférieure à la tolérance de battement.	Les écarts de coaxialité sont limités par les tolérances de battement.

RÈGLES GÉNÉRALES

- Si plusieurs tolérances géométriques s'appliquent à un même élément, retenir la plus large.
- Choisir comme référence le plus long des deux éléments. Si les éléments ont la même dimension nominale, chacun d'eux peut être pris comme référence.

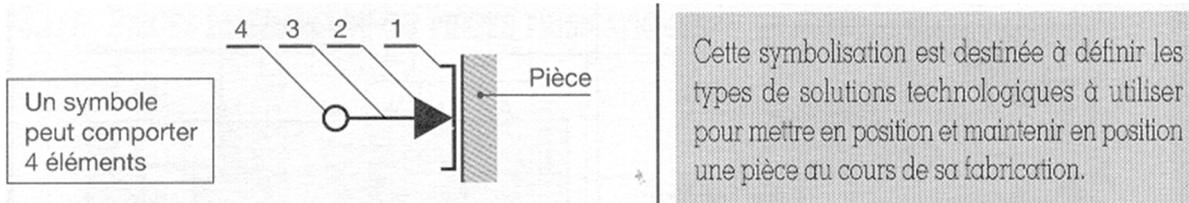
Indications sur les dessins

Inscrire dans ou près du cartouche : Tolérances générales ISO 2768 – mK.

16.42 Pièces obtenues à partir de tôles*

Sciage		Mécanosoudage – Classe B			NF E 86-050		
± 1 millimètre par mètre avec une tolérance minimale de ± 0,5 mm		Tolérances linéaires	≤ 30	30 à 315	315 à 1000	Tolérances angulaires	≤ 315
			± 1	± 2	± 3		± 45'
Tôlerie – Chaudronnerie							
Tolérances linéaires	± 0,5 millimètre par mètre avec une tolérance minimale de ± 0,3 mm		Tolérances angulaires	2° à 3°			
Découpage à la presse				Emboutissage		Extrusion	
Précis	IT 6 à IT 8			IT 10 à IT 13		IT 8 à IT 12 (sur diamètres)	
Ordinaire	IT 9 à IT 10						

* Valeurs données à titre de première estimation pour les applications courantes.



1. NATURE DU CONTACT AVEC LA SURFACE OU LE TYPE D'APPUI				
Contact ponctuel	Contact surfacique	Contact strié	Pointe fixe	Pointe tournante
Contact dégagé	Cuvette	Vé	Palonnier	Orienteur
2. FONCTION DE L'ÉLÉMENT TECHNOLOGIQUE				
Mise en position Départ de cotation	 Centreur complet Centreur dégagé	Appui 	Maintien en position Prépositionnement Opposition aux déformations ou aux vibrations	
3. NATURE DE LA SURFACE DE LA PIÈCE				
Surface usinée (un seul trait)		Surface brute (deux traits)		
4. TYPE DE TECHNOLOGIE				
Appui fixe		Pièce d'appui, touche...		Touche de prélocali- sation, détrompeur...
Centrage fixe		Centreur, broche...		Précentreur
Système à serrage		Mise en position et serrage symétrique...		Bride, vérin...
Système à serrage concentrique		Mandrin, pincers expansibles...		Entraîneur (serrage concentrique flottant)...
Système de réglage irréversible		Appui réglable de mise en position...		Appui réglable de soutien...
Système de réglage réversible		Vis d'appui réglable...		Antivibreur...
Centrage réversible		Pied conique, broche conique...		Pied conique, broche conique...



Fonte à graphite sphéroïdal (GS)

Matériau num	EN Européenne	DIN Allemagne	W.-Nr	AFNOR France	BS royaume uni	ASTM Etas Unis	ISO 1083
EN JS-1015	EN GJS 350-22 LT	GGG-35.3	-	FGS 350-22	350/22	60-40-18 +	350.22
EN JS-1025	EN GJS 400-18 LT	GGG-40.3	-	FGS 400-18	-	60-40-18 +	400.18
EN JS-1030	EN GJS 400-15	GGG-40	0717-02	FGS 400-15	420/12	65-45-12 +	420.12
EN JS-1040	EN GJS 450-10	GGG-40 (-)	-	FGS 450-10	-	65-45-12 -	450.10
EN JS-1050	EN GJS 500-7	GGG-50	0727-02	FGS 500-7	500/7	80-55-06 +	500.7
EN JS-1060	EN GJS 600-3	GGG-60	0732-03	FGS 600-3	600/3	80-60-03 +	600.3
EN JS-1070	EN GJS 700-2	GGG-70	0737-01	FGS 700-2	700/2	100-70-03 +	700.2
EN JS-1080	EN GJS 800-2	GGG-80	-	FGS 800-2	800/2	120-90-02 -	800.2
EN JS-1090	EN GJS 900 2	GGG-90	-	FGS 900-2	900/2	120-90-02 +	900.2
EN JS-1100	EN-GJS-1000-5	GGG-100B/A	-	FGS 1000-5	-	-	-
-	EN-GJS-AX	GGG-NiSiCr 35 5	-	NFA32-201	-	-	-
-	EN GJS 450-18	-	-	NFA32-201	-	-	-
-	EN GJS 500-14	-	-	NFA32-201	-	-	-
-	EN GJS 600-10	-	-	NFA32-201	-	-	-

Fonte à haute résistance (GS)

5.3400	EN GJS 800-10	DIN EN 1564	-	-	-	-	-
-	EN GJS 1050-6	DIN EN 1564	-	-	-	-	-
-	EN GJS 1200-3	DIN EN 1564	-	-	-	-	-

Fonte à nuance alliée (GS)

-	EN GJS SiMo40-6	-	-	-	-	-	-
-	EN GJS SiMo45-10	-	-	-	-	-	-
-	EN GJSA XNiSiCr35-5-2	-	-	-	-	-	-

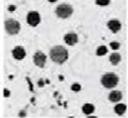
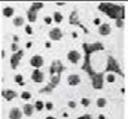
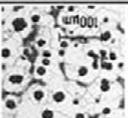
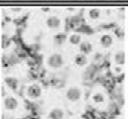
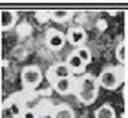
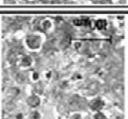
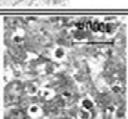
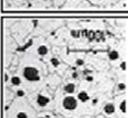
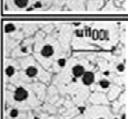
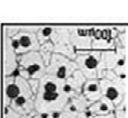
Fonte graphite lamellaire (GL)

Matériau num	EN Européenne	DIN Allemagne	W.-Nr	AFNOR France	BS royaume uni	ASTM Etas Unis	ISO 1083
-	EN-GJL-150	GG-15	0.6015	FT 15 D	Grade 150	25B	350-22
-	EN-GJL-200	GG-20	0.6020	FT 20 D	Grade 220	30B	400-18
-	EN-GJL-250	GG-25	0.6025	FT 25 D	Grade 260	35B	400-15
-	EN-GJL-300	GG-30	0.6030	FT 30 D	Grade 300	45B	500-7

FONDERIE LOISELET - 65 FAUBOURG VALMORIN 28210 NOGENT LE ROI - Tel : +33 9 53 45 11 13 - www.loiselet.com



CARACTERISTIQUES FONTE DE FER A GRAPHITE SPHEROIDALE

Indication selon norme DIN EN 1563	EN-GJS-350-22-LT	EN-GJS-400-15	EN-GJS-450-10	EN-GJS-500-7	EN-GJS-600-3	EN-GJS-700-2	EN-GJS-800-2	EN-GJS-450-18	EN-GJS-500-14	EN-GJS-600-10
Analyse de référence	C 3,50 - 3,70	3,50 - 3,70	3,20 - 3,50	3,50 - 3,70	3,50 - 3,70	3,50 - 3,70	3,50 - 3,70	3,20 - 3,50	3,00 - 3,30	2,80 - 3,10
pour épaisseur de paroi moyenne	1,80 - 2,00	2,30 - 2,60	2,80 - 3,20	2,30 - 2,60	2,30 - 2,60	2,30 - 2,60	2,30 - 2,60	2,80 - 3,20	3,40 - 3,80	3,90 - 4,30
	max. 0,2	max. 0,25	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,50	max. 0,50	max. 0,50
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microstructure	 Ferrite 100:1	 Ferrite et perlite 100:1	 Ferrite et perlite 100:1	 Ferrite et perlite 100:1	 Perlite et ferrite 100:1	 Perlite et ferrite 100:1	 Perlite 100:1	 Ferrite 100:1 (trempe de la solution solide)	 Ferrite 100:1 (trempe de la solution solide)	 ferrite 100:1 (trempe de la solution solide)
Résistance à la rupture	R _m 350	400	450	500	600	700	800	450	500	600
Limite élastique 0,2	R _{p0,2} 220	250	310	320	370	420	480	350	400	470
Allongement de rupture	A ₅ 22	15	10	7	3	2	2	18	14	10

CARACTERISTIQUES FONTE DE FER A GRAPHITE SPHEROIDALE (SUITE)

Indication selon norme DIN EN 1563	EN-GJS-350-22-LT	EN-GJS-400-18-LT	EN-GJS-400-15	EN-GJS-450-10	EN-GJS-500-7	EN-GJS-600-3	EN-GJS-700-2	EN-GJS-800-2	EN-GJS-450-18	EN-GJS-500-14	EN-GJS-600-10
Module d'élasticité E	169	169	169	169	169	174	176	176	170	170	170
Dureté Brinell HBW	< 160	130 - 175	135 - 180	160 - 210	170 - 230	190 - 270	225 - 305	245 - 335	170 - 200	185 - 215	200 - 230
Durabilité ³⁾	180	195	-	210	224	248	280	304	210	225	275
Limite d'endurance ⁴⁾	114	122	-	128	134	149	168	182	130	140	165
Température de fonctionnement ⁵⁾	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500
Usinabilité	excellente	excellente	excellente	bonne	bonne	bonne	moyenne	moyenne	bonne	bonne	bonne
Résistance à l'usure	moindre	moindre	moindre	moindre	bonne	bonne	excellente	excellente	moindre	moindre	moindre
Trempe superficielle à la flamme ou par induction	moindre	moindre	moindre	moindre	moindre	bonne	excellente	excellente	moindre	moindre	moindre
Durcissement superficiel par nitruration	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	excellente	excellente	bonne	bonne	bonne
Soudabilité		soudable sous réserve avec des électrodes spéciales									
Densité ρ	7,10	7,10	7,20	7,10	7,10	7,20	7,20	7,20	7,1	7,0	7,0
Conductivité thermique λ à 300°C	36,2	36,2	36,2	36,2	35,2	35,2	31,1	31,1	-	-	-
Coefficient de dilatation α jusqu'à 400°C	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	-	-	-

□

1) Propriétés mécaniques de la fonte de fer à graphite sphéroïdal dans éprouvettes Y moulées (valeurs minimales)

2) Valeur moyenne à partir de trois éprouvettes ISO-V (DIN 50115)

3) Limite d'endurance Wöhler en flexion rotative, éprouvette lisse

4) Limite d'endurance Wöhler en flexion rotative, éprouvette avec entaille

5) Valeurs théoriques

Les traitements de surface

Nitruration

De très nombreuses pièces mécaniques sont soumises en service à l'usure, au frottement, à la fatigue. C'est pourquoi elles doivent parfois subir un traitement thermique. Parmi les traitements de durcissement superficiels (450 à 1200 HV selon le matériau traité), la nitruration va enrichir superficiellement en azote la surface, et associé à un gradient décroissant sur une profondeur donnée, ainsi qu'une couche de combinaison superficielle constitué de nitrures de fer. Les profondeurs de diffusion réalisables sont comprises entre 0,05 et 1,5 mm. Les plus courantes sont comprises entre 0,1 et 0,8 mm.

La nitruration, traitement par diffusion d'azote, présente l'avantage de se faire à relativement basse température (450 à 590 °C), ce qui permet de l'appliquer généralement sur des pièces terminées d'usinage compte tenu du faible risque de déformation. Les parachèvements mécaniques pratiqués sont la rectification à la meule (la couche blanche est éliminée, les profondeurs doivent être prévues en conséquence).

Depuis près d'un siècle, différentes technologies se sont développées pour réaliser industriellement ce traitement de nitruration.

1910-1920 : début d'industrialisation de la nitruration gazeuse à l'ammoniac (NH₃). Ce procédé, régulièrement amélioré est aujourd'hui encore très largement utilisé.

1940-1950 : industrialisation de la nitruration liquide en bains de sels fondus, connue sous la dénomination commerciale : Tenifer ou Sur-Sulf. Bien que très utilisée, l'emploi de cette technologie commence à se réduire en raison de l'impact très négatif sur l'environnement des produits chimiques utilisés et des rejets générés.

1965-1975 : industrialisation de la nitruration ionique ou nitruration au plasma, dans une décharge électrique luminescente. Cette technologie fut accueillie avec enthousiasme, en raison de ses nombreux avantages : consommation de gaz et d'énergie réduites, une métallurgie et des caractéristiques de couches nitrurées optimales, des structures « à la carte », possibilité de nitrurer des aciers inoxydables, sécurité absolue, aucun gaz dangereux utilisé, aucun rejet, aucun impact sur l'environnement... Mais de nombreuses difficultés liées à ce procédé qui consiste à appliquer un plasma électrique directement sur la surface des pièces pour les chauffer et simultanément les nitrurer par les espèces actives générées dans le plasma

1995-2005 : industrialisation d'une nouvelle technologie de nitruration au plasma : ASPN pour active screen plasma nitriding. Ce procédé original et innovant permet d'éviter tous les inconvénients cités ci-dessus et redonne un nouvel essor au développement industriel de la nitruration ionique.

Aujourd'hui, il faut prendre en compte les très faibles consommations de gaz, mais aussi et surtout les très faibles quantités de rejets gazeux. Une étude récente, dont les résultats mettent en évidence une réduction de 90 % des rejets gazeux et de plus de 98 % des plus dangereux d'entre eux pour l'environnement. On peut signaler également l'amélioration des conditions de travail et de sécurité pour le personnel : pas de chaleur, pas de vapeurs toxiques, pas d'odeur d'ammoniac, pas de risques d'explosion dus à l'hydrogène.

Caractéristiques du moulage au sable :

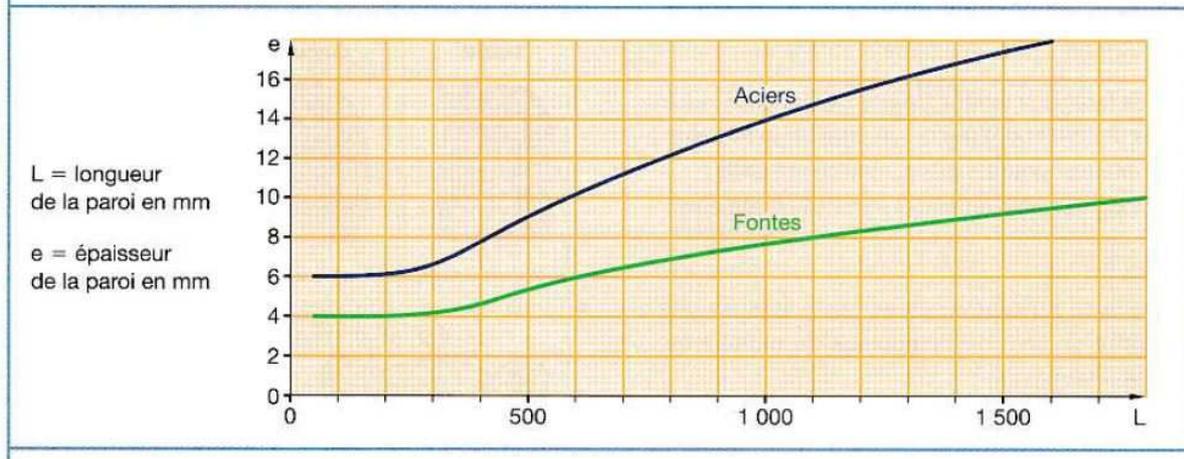
1.32 Épaisseur minimale des pièces

L'épaisseur minimale ou « épaisseur critique » est l'épaisseur au-dessous de laquelle on ne peut être assuré que le métal remplisse entièrement le moule de la pièce.

À titre indicatif, nous donnons un graphique et un abaque* permettant de déterminer l'ordre de grandeur de cette épaisseur minimale pour les aciers, fontes et alliages légers.

1.321 Aciers et fontes

MOULAGE EN SABLE



Préconisations sur les procédés de moulage :

Procédés	Fontes grises	Fontes malléables	Fonte à graphite sphéroïdale	Acier de moulage	Alliages cuivreux	Alliages d'aluminium	Alliages de zinc
En sables	X	X	X	X	X	X	
En carapaces	X			X	X	X	
En coquille par gravité	X				X	X	
En coquille sous pression					X	X	X
À la cire perdue				X	X	X	

Caractéristiques sur les surépaisseurs de rectification :

7.5 Surépaisseurs de rectification																																		
<p>Elles varient en fonction des dimensions des pièces et du procédé (rectification d'extérieur ou d'intérieur).</p> <p>Surépaisseurs admises : rectification cylindrique sur diamètres 0,10 à 0,80 mm pour pièces de \varnothing 10 mm à \varnothing 150 mm (fig. 12.17).</p> <p>Rectification plane. La surépaisseur d'une surface correspond à la demi-surépaisseur d'extérieur (arbres).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Surépaisseur mm</th> <th colspan="2">Diamètres des pièces</th> </tr> <tr> <th>Extérieurs (arbres) mm</th> <th>Intérieurs (alésages) mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,10 à 0,15</td> <td>—</td> <td>D < 10</td> </tr> <tr> <td>0,15 à 0,20</td> <td>D < 10</td> <td>10 à 18</td> </tr> <tr> <td>0,20 à 0,25</td> <td>10 à 18</td> <td>18 à 30</td> </tr> <tr> <td>0,25 à 0,30</td> <td>18 à 30</td> <td>30 à 50</td> </tr> <tr> <td>0,30 à 0,40</td> <td>30 à 50</td> <td>50 à 75</td> </tr> <tr> <td>0,40 à 0,50</td> <td>50 à 75</td> <td>75 à 100</td> </tr> <tr> <td>0,50 à 0,60</td> <td>75 à 100</td> <td>100 à 150</td> </tr> <tr> <td>0,60 à 0,80</td> <td>100 à 150</td> <td>D > 150</td> </tr> <tr> <td>Supérieur à 0,80</td> <td>D > 150</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Surépaisseur mm	Diamètres des pièces		Extérieurs (arbres) mm	Intérieurs (alésages) mm	0,10 à 0,15	—	D < 10	0,15 à 0,20	D < 10	10 à 18	0,20 à 0,25	10 à 18	18 à 30	0,25 à 0,30	18 à 30	30 à 50	0,30 à 0,40	30 à 50	50 à 75	0,40 à 0,50	50 à 75	75 à 100	0,50 à 0,60	75 à 100	100 à 150	0,60 à 0,80	100 à 150	D > 150	Supérieur à 0,80	D > 150		<p style="text-align: center;">FIGURE 12.17 Surépaisseurs de rectification conseillées.</p>
Surépaisseur mm	Diamètres des pièces																																	
	Extérieurs (arbres) mm	Intérieurs (alésages) mm																																
0,10 à 0,15	—	D < 10																																
0,15 à 0,20	D < 10	10 à 18																																
0,20 à 0,25	10 à 18	18 à 30																																
0,25 à 0,30	18 à 30	30 à 50																																
0,30 à 0,40	30 à 50	50 à 75																																
0,40 à 0,50	50 à 75	75 à 100																																
0,50 à 0,60	75 à 100	100 à 150																																
0,60 à 0,80	100 à 150	D > 150																																
Supérieur à 0,80	D > 150																																	