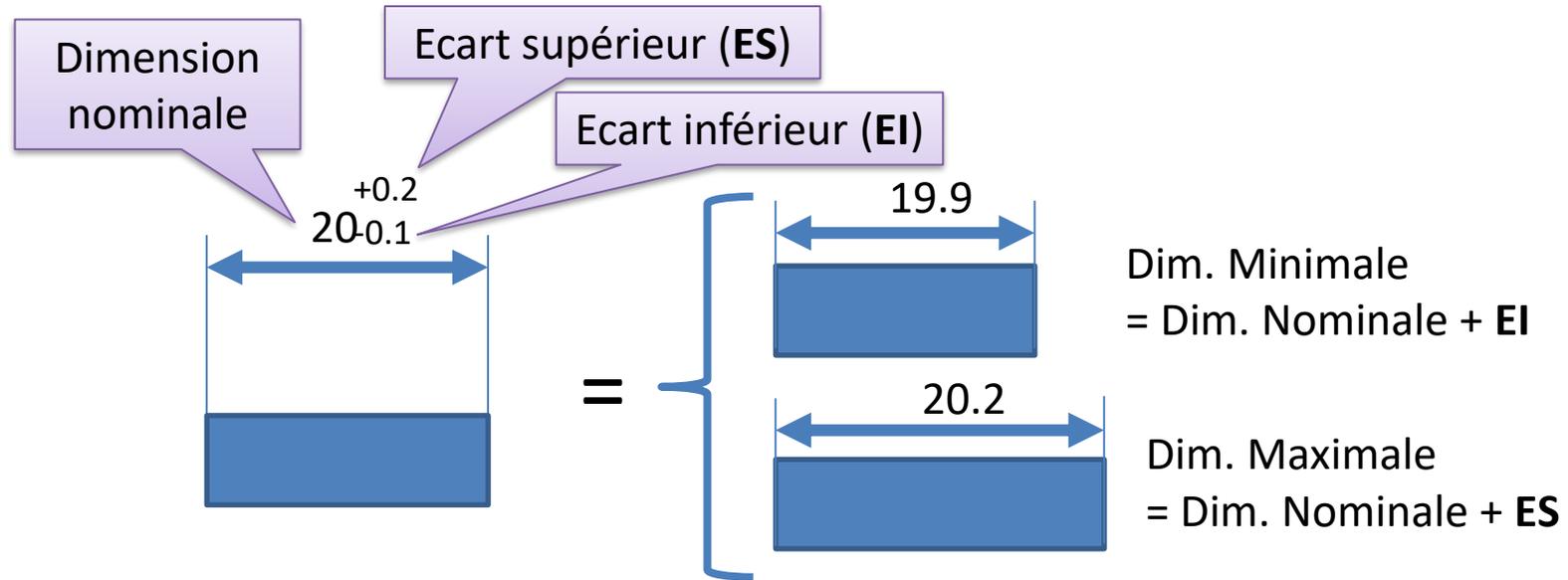


# Tolérances & Cotation fonctionnelle

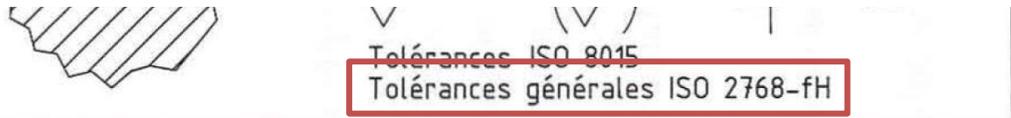
UPMeca



IT: *intervalle de tolérance* ou *tolérance*:

$$IT = ES - EI$$

- Tolérances «par défaut» dans le cartouche:



				1.7131 / 16MnCr5			
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques			
Mod.				Dessiné	2014-01-24	B. Gall	Echelle <b>1:1</b>
				Contrôlé	2014-02-04	P. Bussmann	
					Conf. aux normes		
				Bon pour exécution	2014-03-31	M. Fischer	
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>				N° de commande			
Nomencl. sép. de même N° <input type="checkbox"/>				Origine		Nb. feuilles	
Nomencl. sép. de N° différent <input type="checkbox"/>				N° d'ident.			Feuille N°
Firme			Dénomination Roue satellite z19m4			N° de dessin 1.001017	

- Niveaux f / m / c / v
- En général, TG pour les cotes non fonctionnelles (♫)
- TG ne s'appliquent pas :
  - Cotes auxiliaires → ( )
  - Cotes avec tolérances ISO ou écarts spécifiques

## Tolérances générales standardisées

### Cotes linéaires & angulaires

**Tableau 114/1 Ecartes limites pour dimensions linéaires**

(dimensions extérieures et intérieures, longueurs de portées, distances, diamètres, cotes d'usinage de pièces à assembler) Dim. en mm

Classe de tolérance	Dimension nominale <sup>1)</sup>							
	$\geq 0,5$	$> 3$	$> 6$	$> 30$	$> 120$	$> 400$	$> 1000$	$> 2000$
	... 3	... 6	... 30	... 120	... 400	... 1000	... 2000	... 4000
Ecartes								
f (fine) <sup>2)</sup>	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	-
m (moyenne)	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
c (grossière)	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$
v (très grossière)	-	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4$	$\pm 6$	$\pm 8$

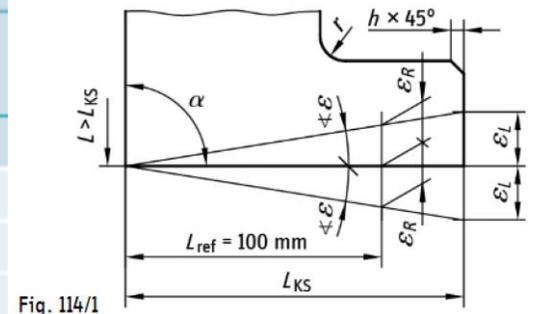
**Remarque:** Les symboles f, m, c, et v sont dérivés de la langue anglaise (fine, medium, coarse, very coarse) et correspondent à la norme ISO 2768-1.

**Tableau 115/1 Ecartes limites pour dimensions angulaires**

(angles cotés ainsi que les angles généralement non cotés [p.ex. 90°], angles de polygones réguliers, divisions de cercles) Dimensions en mm

Classe de tolérance	Dimension nominale $L_{KS}$ = longueur du plus petit côté, voir fig. 114/1							
	$\leq 10$	$> 10$	$> 50$	$> 120$	$\leq 10$	$> 10$	$> 50$	$> 120$
	... 10	... 50	... 120	... 400	... 10	... 50	... 120	... 400
Ecartes $\pm \varepsilon$ (en degrés et minutes)				Ecartes $\pm \varepsilon_R$ (en mm/100 mm)				
f (fine), m (moyenne)	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$	$\pm 1,7$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$
c (grossière)	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 15'$	$\pm 2,5$	$\pm 1,7$	$\pm 0,9$	$\pm 0,4$
v (très grossière)	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 5$	$\pm 3,5$	$\pm 1,7$	$\pm 0,9$

Explications relatives aux tableaux 114/2 et 115/1



**Mention dans le cartouche: Tolérances générales ISO 2768-f/m/c/v**

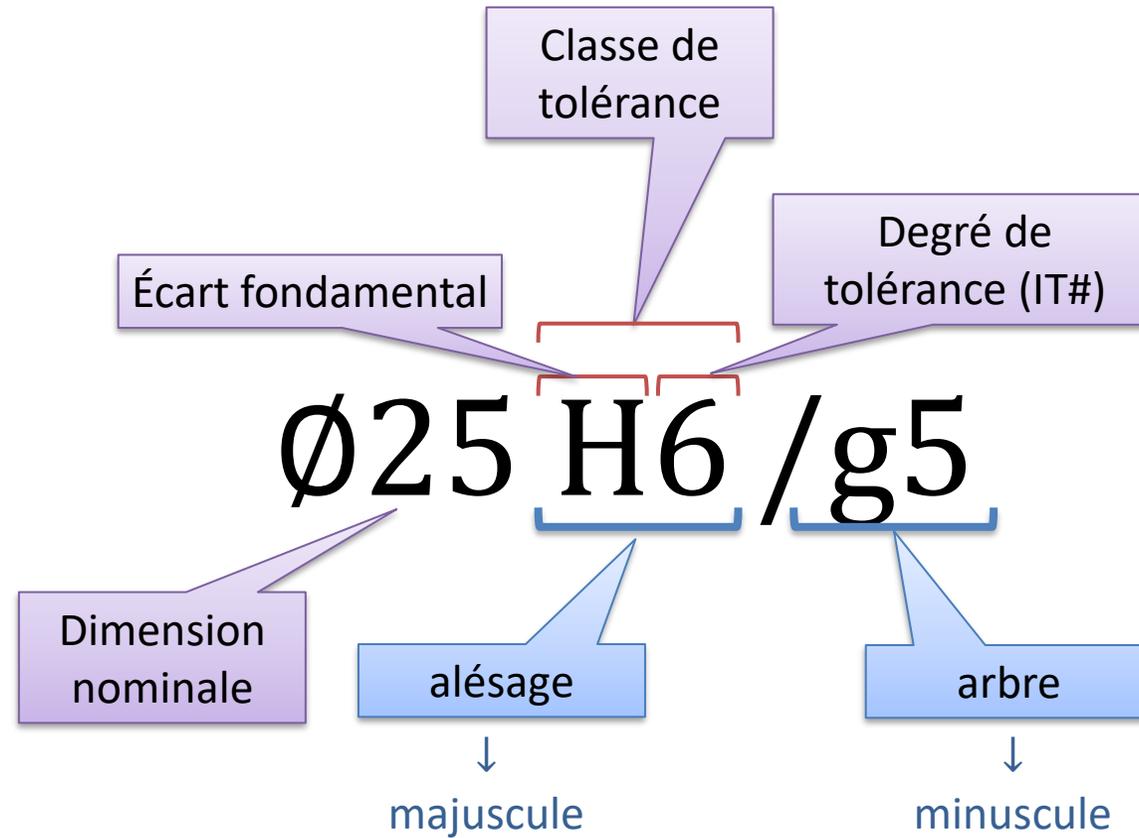


Tableau 105/1 Valeurs numériques des tolérances fondamentales IT 01 ... IT 18

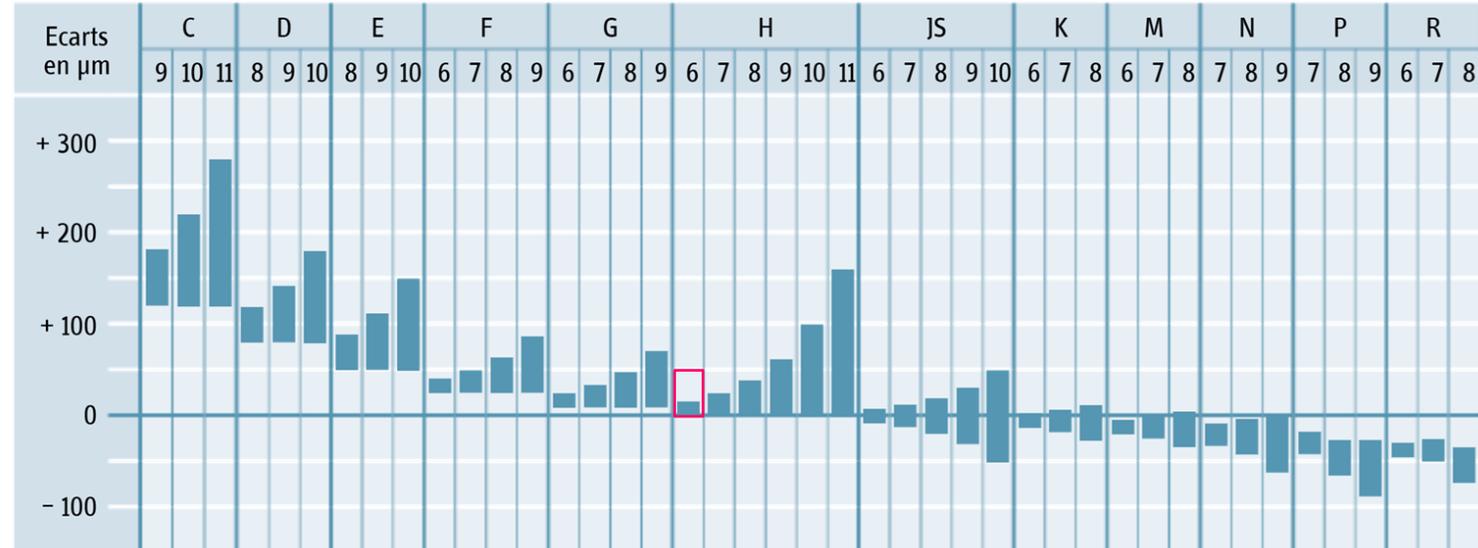
Tailles nominales en mm		Degrés de tolérance normalisés																			
		IT01	IT0	IT1 <sup>1)</sup>	IT2 <sup>1)</sup>	IT3 <sup>1)</sup>	IT4 <sup>1)</sup>	IT5 <sup>1)</sup>	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14 <sup>2)</sup>	IT15 <sup>2)</sup>	IT16 <sup>2)</sup>	IT17 <sup>2)</sup>	IT18 <sup>2)</sup>
au-dessus de	jusqu'à et y compris	Tolérances fondamentales																			
		µm														mm					
-	3 <sup>2)</sup>	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630 <sup>1)</sup>	-	-	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800 <sup>1)</sup>	-	-	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000 <sup>1)</sup>	-	-	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250 <sup>1)</sup>	-	-	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600 <sup>1)</sup>	-	-	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000 <sup>1)</sup>	-	-	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500 <sup>1)</sup>	-	-	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150 <sup>1)</sup>	-	-	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

## Ecart fondamental

Ø25 H6

**Tableau 108/1 Intervalles de tolérances des alésages**

(classées selon les lettres et suivant la position par rapport à la ligne zéro; représentées pour la plage de tailles nominales >30 ... 50 mm, >30 ... 40 mm pour «C»).



**Tableau 104/2 Intervalles de tolérances des arbres**

(classées selon les lettres et suivant la position par rapport à la ligne zéro; représentées pour le palier de dimensions nominales . 30 ... 50 mm)

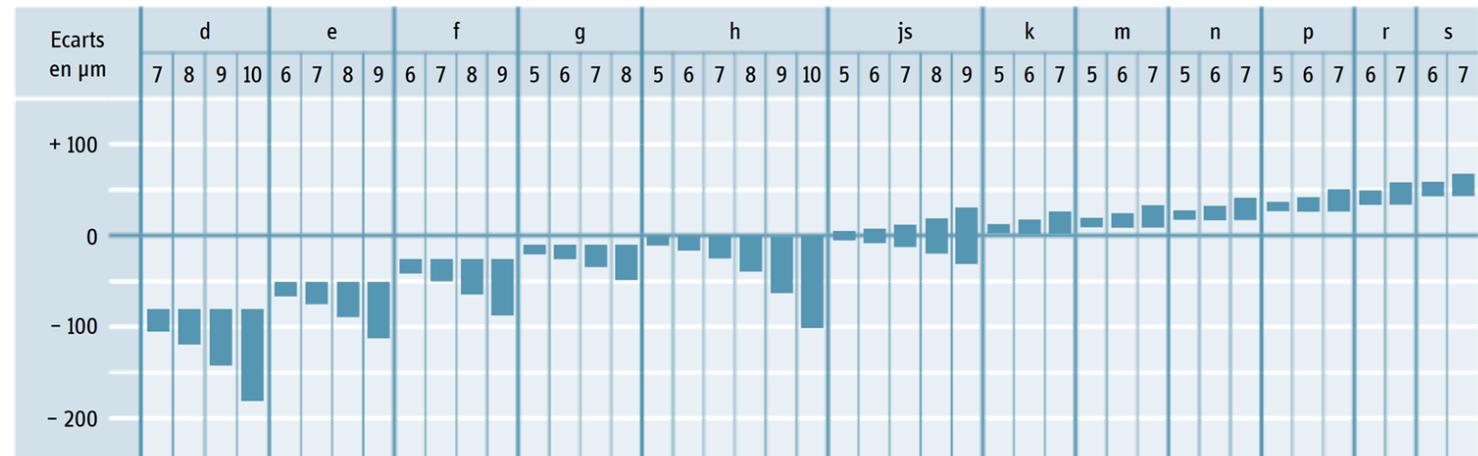


Tableau 106/1 Ecart des arbres (SN EN ISO 286-2)

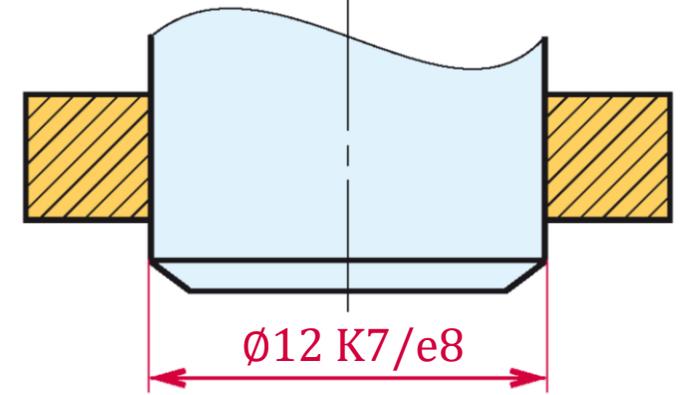
Tailles nominales en mm		Ecartes limites supérieurs et inférieurs (valeurs en µm; 1 µm = 0,001 mm = 1 micromètre)																							
au-dessus de	jusqu'à et y compris	d9	e8	f7	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h11	js5	js6	js13	js14	k5	k6	m5	m6	n5	n6	p6	r6	s6	s7
-	3	-20 -45	-14 -28	-6 -16	-2 -8	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -60	±2	±3	±70	±125	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+8 +4	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	+24 +14
3	6	-30 -60	-20 -38	-10 -22	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -75	±2,5	±4	±90	±150	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+13 +8	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	+31 +19
6	10	-40 -76	-25 -47	-13 -28	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -90	±3	±4,5	±110	±180	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+16 +10	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	+38 +23
10	18	-50 -93	-32 -59	-16 -34	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -110	±4	±5,5	±135	±215	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +12	+20 +12	+23 +18	+29 +23	+34 +28	+39 +28	+46 +28
18	30	-65 -117	-40 -73	-20 -41	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -130	±4,5	±6,5	±165	±260	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+24 +15	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	+56 +35
30	50	-80 -142	-50 -89	-25 -50	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -160	±5,5	±8	±195	±310	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+68 +43
50	65	-100 -174	-60 -106	-30 -60	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -190	±6,5	±9,5	±230	±370	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+33 +20	+39 +20	+51 +32	+72 +62	+83 +78	+83 +89
65	80	-120 -207	-72 -126	-36 -71	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -220	±7,5	±11	±270	±435	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+38 +23	+45 +23	+59 +37	+71 +76	+83 +114	+83 +114
80	100	-145 -245	-85 -148	-43 -83	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -250	±9	±12,5	±315	±500	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+45 +27	+52 +27	+68 +43	+92 +65	+106 +100	+106 +100
100	120	-170 -285	-100 -172	-50 -96	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -290	±10	±14,5	±360	±575	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+51 +31	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+176 +130
120	140	-190 -320	-110 -191	-56 -108	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -320	±11,5	±16	±405	±650	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+57 +34	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+190 +158	+210 +158
140	160	-210 -350	-125 -214	-62 -119	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -360	±12,5	±18	±445	±700	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+62 +37	+73 +37	+98 +62	+126 +108	+190 +190	+247 +190
160	180	-230 -370	-140 -239	-68 -129	-19 -59	0 -27	0 -38	0 -59	0 -91	0 -150	0 -390	±13,5	±20	±485	±770	+31 +4	+44 +4	+50 +21	+60 +21	+66 +37	+84 +37	+114 +74	+154 +126	+210 +170	+267 +210
180	200	-250 -410	-155 -254	-70 -139	-20 -60	0 -29	0 -40	0 -61	0 -93	0 -160	0 -420	±14,5	±22	±525	±840	+33 +4	+48 +4	+55 +21	+66 +21	+72 +37	+90 +37	+120 +80	+170 +142	+230 +180	+297 +230
200	225	-270 -450	-170 -279	-75 -149	-21 -63	0 -31	0 -42	0 -63	0 -95	0 -170	0 -450	±15,5	±24	±585	±930	+35 +4	+52 +4	+60 +21	+72 +21	+78 +37	+100 +37	+130 +90	+190 +162	+250 +200	+327 +250
225	250	-290 -470	-185 -299	-78 -154	-22 -66	0 -33	0 -44	0 -65	0 -97	0 -180	0 -480	±16,5	±26	±645	±1020	+37 +4	+56 +4	+65 +21	+78 +21	+84 +37	+110 +37	+140 +100	+200 +172	+260 +210	+337 +260
250	280	-310 -490	-200 -319	-80 -159	-23 -69	0 -35	0 -46	0 -67	0 -99	0 -190	0 -510	±17,5	±28	±705	±1110	+39 +4	+60 +4	+70 +21	+84 +21	+90 +37	+120 +37	+150 +110	+210 +182	+270 +220	+357 +270
280	315	-330 -510	-215 -334	-82 -164	-24 -72	0 -37	0 -48	0 -69	0 -101	0 -200	0 -540	±18,5	±30	±770	±1200	+41 +4	+64 +4	+75 +21	+90 +21	+96 +37	+130 +37	+160 +120	+220 +192	+280 +230	+367 +280
315	355	-350 -530	-230 -354	-84 -169	-25 -75	0 -39	0 -50	0 -71	0 -103	0 -210	0 -570	±19,5	±32	±840	±1290	+43 +4	+68 +4	+80 +21	+96 +21	+102 +37	+140 +37	+170 +130	+230 +202	+290 +240	+377 +290
355	400	-370 -550	-245 -374	-86 -174	-26 -78	0 -41	0 -52	0 -73	0 -105	0 -220	0 -600	±20,5	±34	±910	±1380	+45 +4	+72 +4	+85 +21	+102 +21	+108 +37	+150 +37	+180 +140	+240 +212	+300 +250	+387 +300

Tableau 107/1 Ecart des alésages (SN EN ISO 286-2)

Tailles nominales en mm		Ecartes limites supérieurs et inférieurs (valeurs en µm; 1 µm = 0,001 mm = 1 micromètre)																							
au-dessus de	jusqu'à et y compris	D10	E9	F7	F8	G7	G9	H6	H7	H8	H9	H11	H12	H13	JS7	JS9	K6	K7	M6	M7	N7	N9 <sup>1)</sup>	P7	P9	R7
-	3	+60 +20	+39 +14	+16 +6	+20 +6	+12 +2	+27 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+60 0	+100 0	+140 0	±5	±12,5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -14	-4 -29	-6 -16	-6 -31	-10 -20
3	6	+78 +30	+50 +20	+22 +10	+28 +10	+16 +4	+34 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+75 0	+120 0	+180 0	±6	±15	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-4 -16	0 -30	-8 -20	-12 -42	-11 -23
6	10	+98 +40	+61 +25	+28 +13	+35 +13	+20 +5	+41 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+90 0	+150 0	+220 0	±7,5	±18	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-4 -19	0 -36	-9 -24	-15 -51	-13 -28
10	18	+120 +50	+75 +32	+34 +16	+43 +16	+24 +6	+49 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+110 0	+180 0	+270 0	±9	±21,5	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-5 -23	0 -43	-11 -29	-18 -61	-16 -34
18	30	+149 +65	+92 +40	+41 +20	+53 +20	+28 +7	+59 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+130 0	+210 0	+330 0	±10,5	±26	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-7 -28	0 -52	-14 -35	-22 -74	-20 -41
30	50	+180 +80	+112 +50	+50 +25	+64 +25	+34 +9	+71 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+160 0	+250 0	+390 0	±12,5	±31	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-8 -33	0 -62	-17 -42	-26 -88	-25 -50
50	65	+220 +100	+134 +60	+60 +30	+76 +30	+40 +10		+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+190 0	+300 0	+460 0	±15	±37	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-9 -39	0 -74	-21 -51	-32 -106	-60 -132
65	80	+260 +120	+159 +72	+71 +36	+90 +36	+47 +12		+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+220 0	+350 0	+540 0	±17,5	±43,5	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-10 -45	0 -87	-24 -59	-37 -124	-38 -41
80	100	+305 +145	+185 +85	+83 +43	+106 +43	+54 +14		+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+250 0	+400 0	+630 0	±20	±50	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-12 -52	0 -100	-28 -68	-43 -143	-50 -90
100	120	+355 +170	+215 +100	+96 +50	+122 +50	+61 +15		+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+290 0	+460 0	+720 0	±23	±57,5	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-14 -60	0 -115	-33 -79	-50 -165	-66 -113
120	140	+400 +190	+240 +110	+108 +56	+137 +56	+69 +17		+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+320 0	+520 0	+810 0	±26	±65	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-14 -66	0 -130	-36 -88	-56 -186	-76 -130
140	160	+440 +210	+265 +125	+119 +62	+151 +62	+75 +18		+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+360 0	+570 0	+890 0	±28,5	±70	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-16 -73	0 -140	-41 -98	-62 -202	-87 -93
160	180																								
180	200																								
200	225																								
225	250																								
250	280																								
280	315																								
315	355																								
355	400																								

## Exemple 1

Système arbre/alésage



$$ES =$$

$$EI =$$

Ø12K7

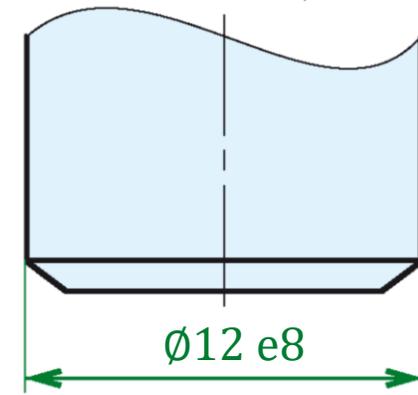
Dmax =

Dmin =

$$ES =$$

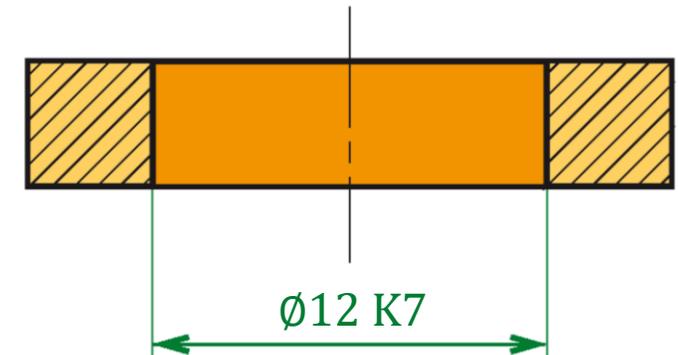
$$EI =$$

Ø12e8



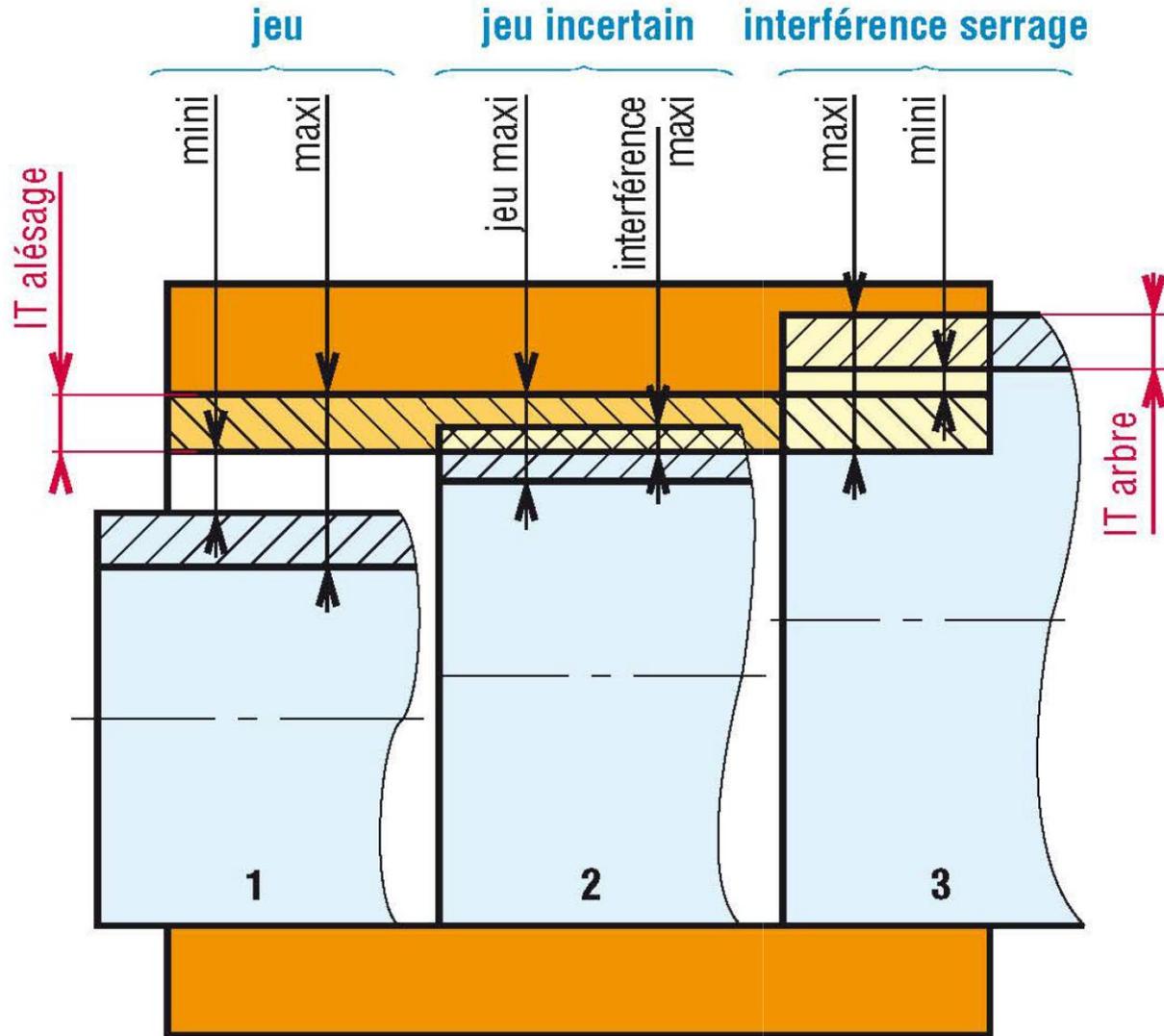
dmax =

dmin =



## Tolérances ISO

Ajustements arbre-alésage



$$D_{min} = D + EI$$

$$D_{max} = D + ES$$

$$d_{min} = d + ei$$

$$d_{max} = d + es$$

$$IT_{arbre} = es - ei$$

$$IT_{alésage} = ES - EI$$

$$\text{Jeu/serrage: } j = D - d$$

$$j_{min} = D_{min} - d_{max}$$

$$j_{max} = D_{max} - d_{min}$$

$$j > 0 \rightarrow \text{jeu}$$

$$j < 0 \rightarrow \text{serrage}$$

# HE<sup>VD</sup> IG Exemple

- Alésage:  $\varnothing 30 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ 0 \end{smallmatrix}$
- Arbre:  $\varnothing 30 \begin{smallmatrix} -0.005 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$

Dmax =

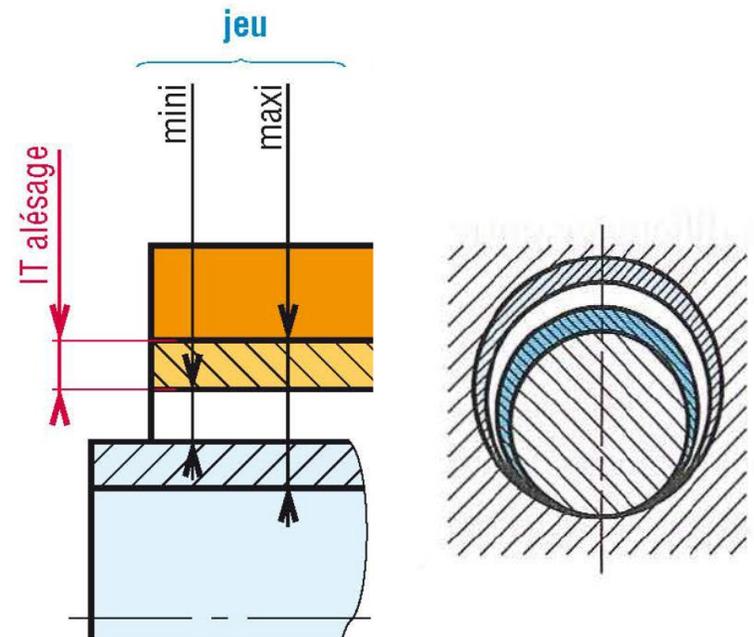
Dmin =

dmax =

dmin =

jmax =

jmin =



# HE<sup>VD</sup> IG Exemple

- Alésage:  $\varnothing 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$
- Arbre:  $\varnothing 50 \begin{smallmatrix} +0.040 \\ +0.015 \end{smallmatrix}$

Dmax =

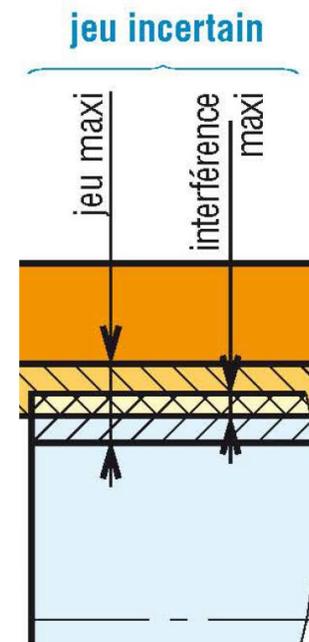
Dmin =

dmax =

dmin =

jmax =

jmin =



# HE<sup>VD</sup> IG Exemple

- Alésage:  $\varnothing 16 \begin{smallmatrix} +0.008 \\ 0 \end{smallmatrix}$
- Arbre:  $\varnothing 16 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ +0.010 \end{smallmatrix}$

Dmax =

Dmin =

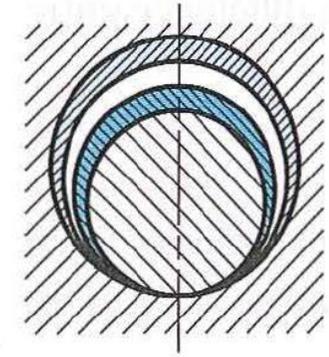
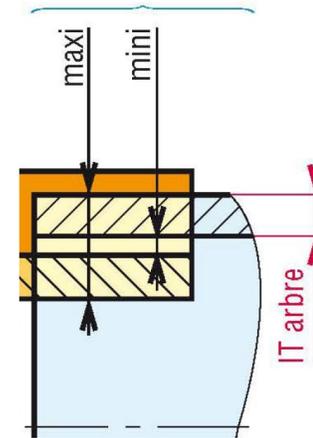
dmax =

dmin =

jmax =

jmin =

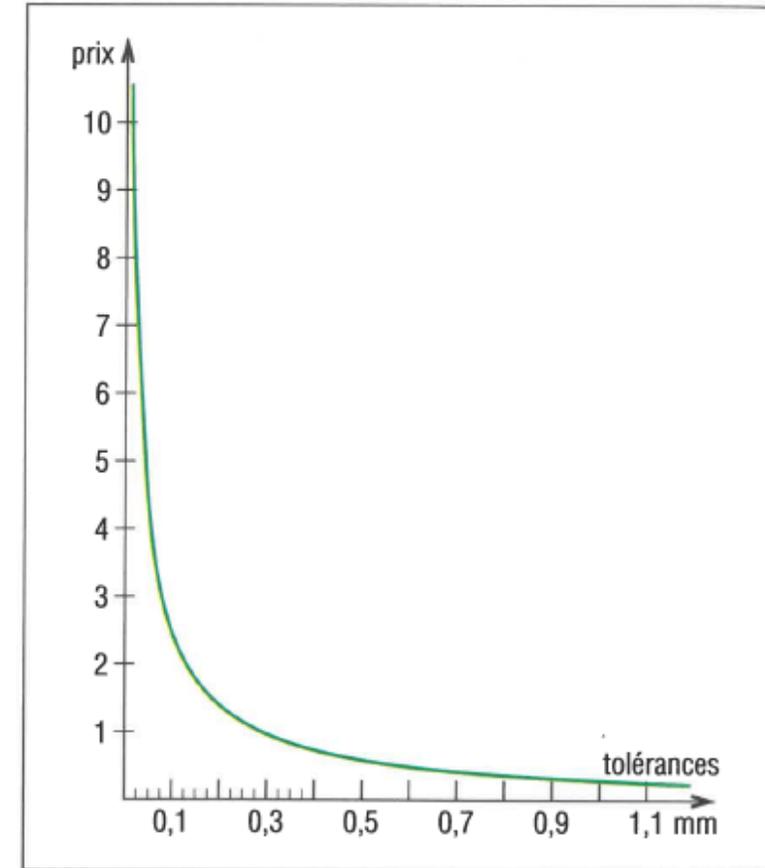
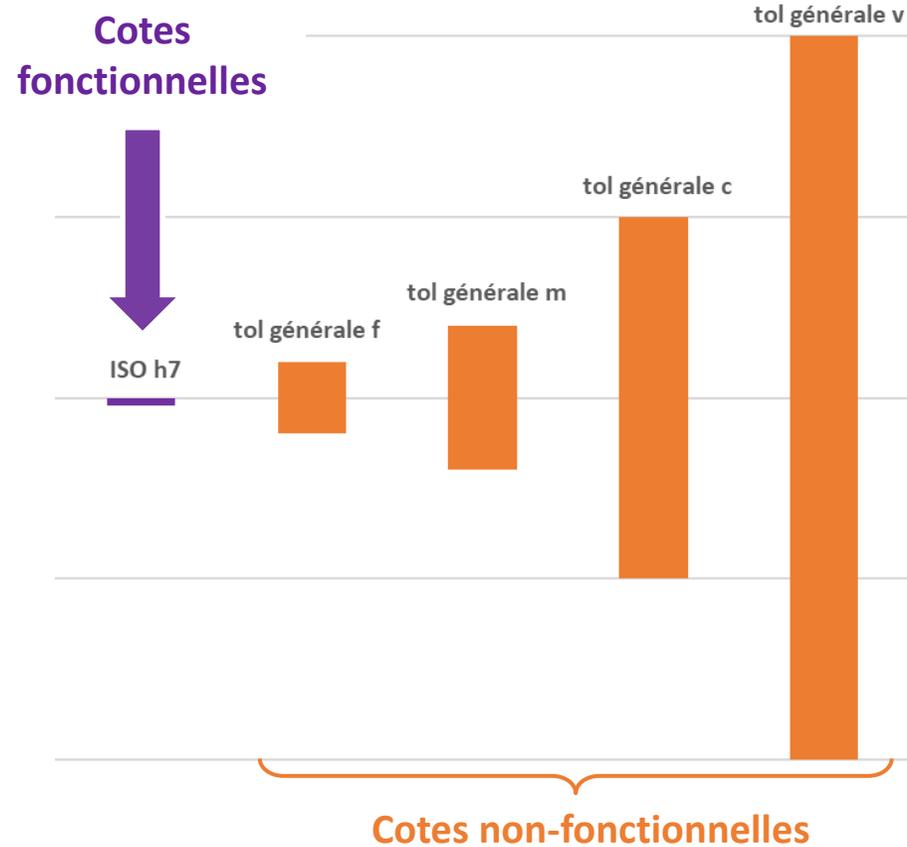
interférence serrage



## Tolérances générales vs ISO

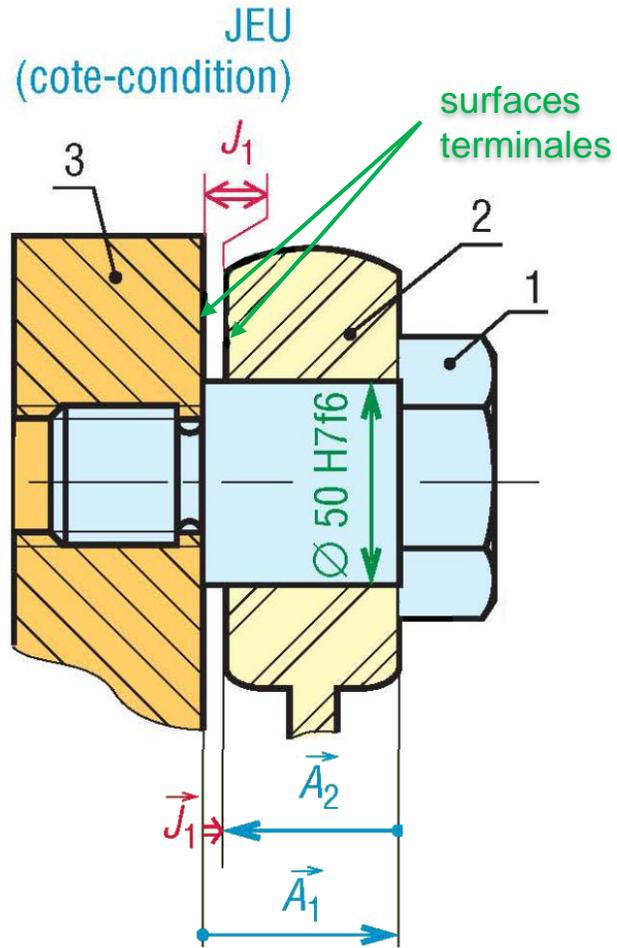
Exemple: pièce de longueur 20 mm

	Cote
<b>h7</b>	$20 \begin{smallmatrix} 0 \\ -21 \end{smallmatrix}$
Générale <b>f</b> (fin)	$20 \pm 0.1$
Générale <b>m</b> (moyen)	$20 \pm 0.2$
Générale <b>c</b> (grossier)	$20 \pm 0.5$
Générale <b>v</b> (très grossier)	$20 \pm 1$



12. En production : coûts comparés indicatifs en fonction de la tolérance.

## Cotation fonctionnelle



$$\vec{J}_1 = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$$

$$J_1 = A_1 - A_2$$

$$J_{1\text{maxi}} = A_{1\text{maxi}} - A_{2\text{mini}}$$

$$J_{1\text{mini}} = A_{1\text{mini}} - A_{2\text{maxi}}$$

$$IT_{J_1} = IT_{A_1} + IT_{A_2} = J_{1\text{maxi}} - J_{1\text{mini}}$$

## Cotation fonctionnelle

