

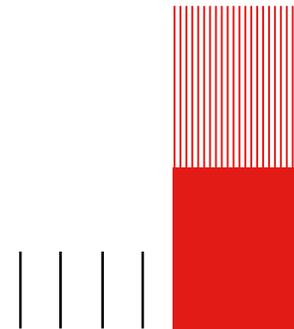
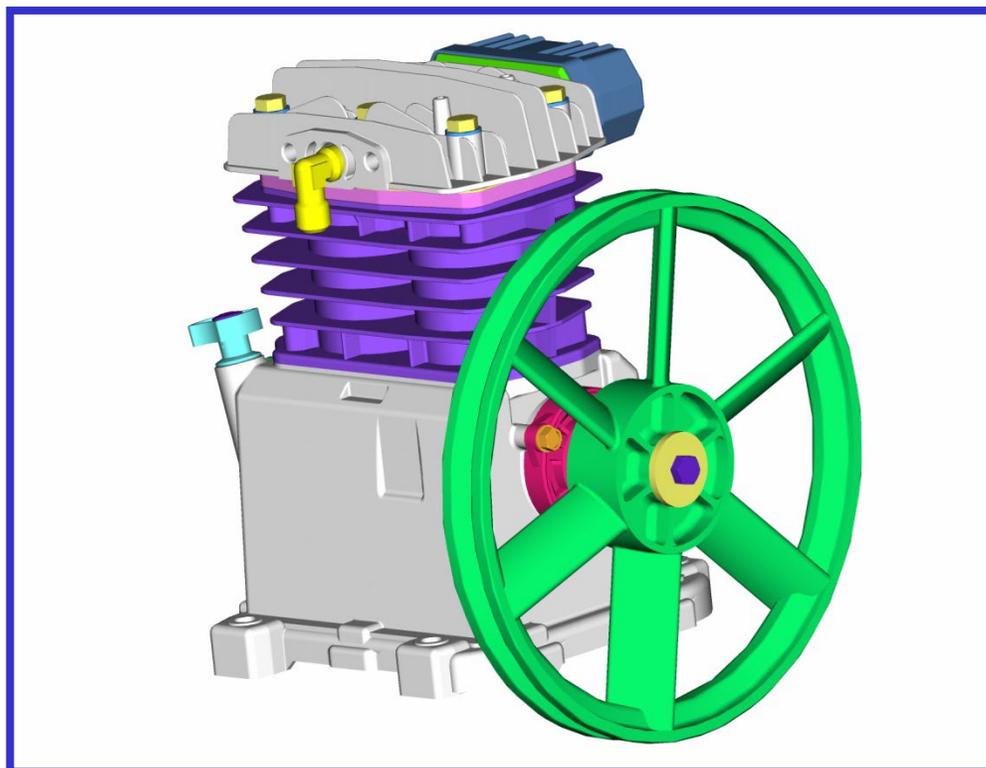
Cotation tolérancée

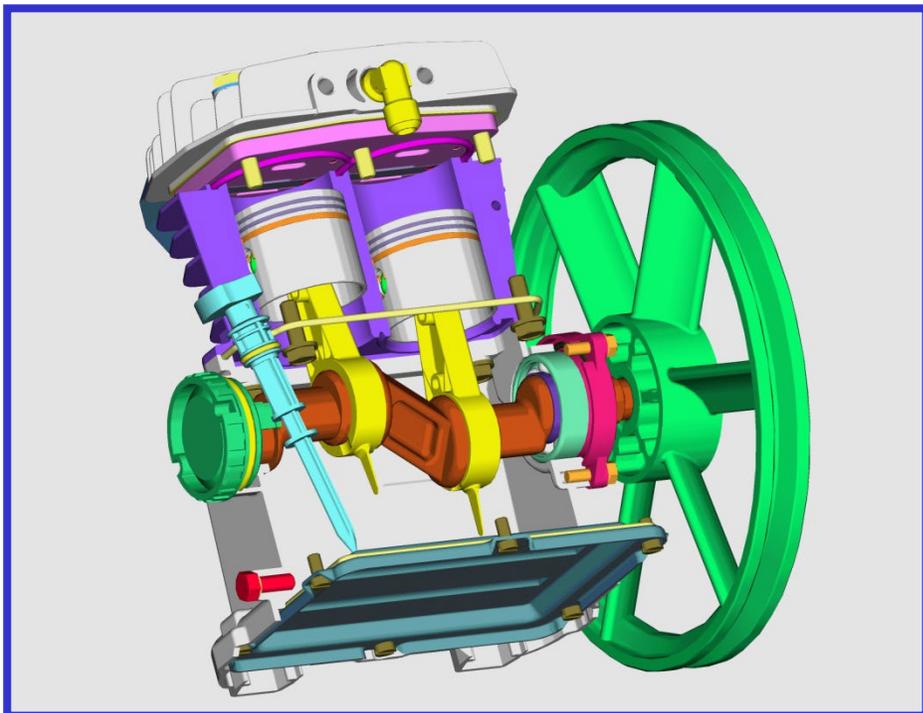
Ajustements

Jérome Fauré
Département de Génie Mécanique
INSA TOULOUSE



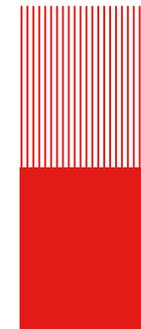
Exemples d'ajustements sur le compresseur





Le piston gris coulisse dans le cylindre,
les deux pièces sont ajustées, il existe un
jeu entre elles.

On parle dans ce cas
d'ajustement glissant.



Pour définir l'ajustement qui convient au comportement souhaité, on utilise le tableau suivant:

Piston / Cylindre
Les pièces sont mobiles

L'ajustement choisi, se note sous la forme suivante :
Par exemple, H7 f6

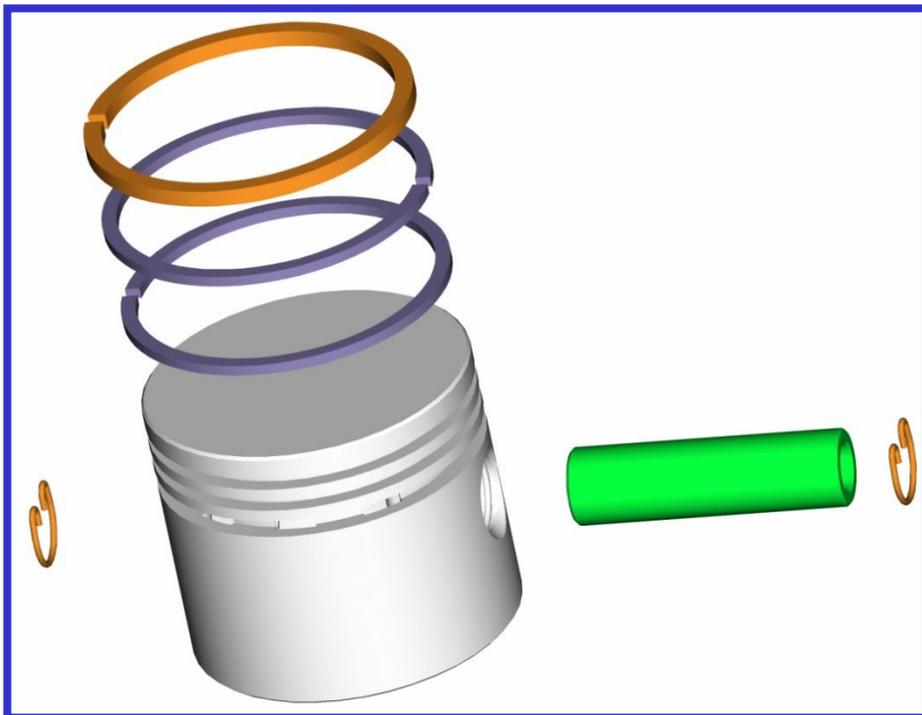
H7 f6 : Indication sur le comportement et la précision

Ajustements Usuels (Système de l'alésage H)										
Type	arbre	Alésages						Observations		
		H6	H7	H8	H9	H10	H11			
Pièces mobiles	jeu élevé	c11								Cas usuels de longues portées, mauvais alignement, dilatations...
		c10								
		c9								
	jeu moyen	d10								Cas usuels pour guidages tournants ou glissant avec jeu (bon graissage assuré)
		d9								
		d8								
		e9								
		e8								
		e7								
		f8								
f7										
f6										
Pièces immobiles	jeu faible	g6								pour guidages précis
		g5								
	ajusté	h9								assemblage possible à la main
		h7								
		h6								
	très ajusté	h5								Pour centrages et positionnement ne peut pas transmettre des efforts
		js7								
		js6								
	jeu incertain	js5								assemblage possible au "maillet" (Presse recommandée)
		k6								
k5										
m7										
peu serré	m6								assemblage à la presse	
	n6									
	p6									
serré (interférence)	r6								assemblage à la presse lourde ou par dilatation (frettage)	
	s7									
	s6									
	t6									
	u6									
serré fort	x7								Pour transmission des efforts	

Comportement correspondant à l'usage choisi.

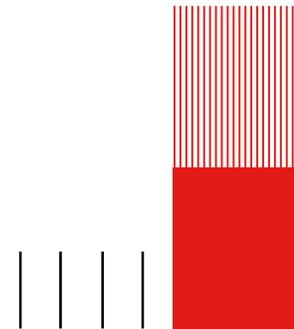
cas les plus utilisés (à connaître)





L'axe vert est monté en force dans le piston, les deux pièces sont serrées, il n'existe pas de jeu entre elles.

On parle dans ce cas d'ajustement serré.



Pour définir l'ajustement qui convient au comportement souhaité on utilise le tableau suivant:

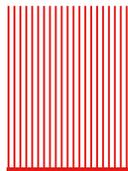
Axe / Piston

Les pièces sont Immobiles et serrées

Ajustements Usuels (Système de l'alésage H)										
Type	arbre	Alésages						Observations		
		H6	H7	H8	H9	H10	H11			
Pièces mobiles	jeu élevé	c11							Cas usuels de longues portées, mauvais alignement, dilatations...	
		c10								
		c9								
		d10								
	jeu moyen	d9							Cas usuels pour guidages tournants ou glissant avec jeu (bon graissage assuré)	
		d8								
		e9								
		e8								
		e7								
		f8								
jeu faible	g6							pour guidages précis		
	g5									
Pièces immobiles	ajusté	h9						assemblage possible à la main		
		h7								
		h6								
	très ajusté	h5						assemblage possible au "naillet" (Presse recommandée)		
		js7								
		js6								
		js5								
	jeu incertain	k6						assemblage possible à la main		
		k5								
		m7								
serrage (interférence)	peu serré	m6					assemblage possible à la main			
		n6								
	serré fort	p6						assemblage à la presse		
		r6								
		s7							assemblage à la presse lourde ou par dilatation (frettage)	
		s6								
		t6								
u6						Pour transmission des efforts				
x7							détérioration des pièces au démontage			

L'ajustement choisi se note sous la forme suivante:
Par exemple H7 m6

Comportement correspondant à l'usage choisi.

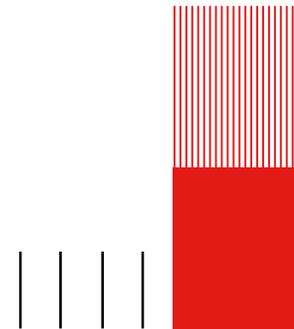




Remarques :

Si on souhaite fabriquer une série d'objets identiques, il est **impossible** d'avoir la même dimension d'un objet à l'autre.

Il nous faudra fixer une cotation tolérancée pour chaque objet, on défini ainsi un intervalle de tolérance (cotes mini et cotes maxi pour chaque dimension) ce qui nous permet de garantir le bon fonctionnement de l'objet quand sa dimension se trouve dans l'intervalle



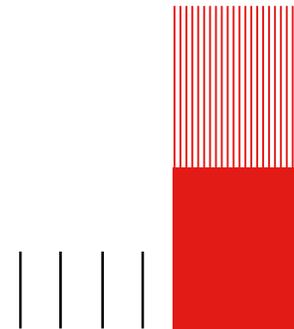


Problème à résoudre:

Malgré l'impossibilité de réaliser une dimension exacte,

- Il faut respecter une qualité lors du montage de 2 pièces entre elles dictée par le fonctionnement,
- Il faut aussi spécifier cette qualité lors de la conception.

C'est le rôle des ajustements

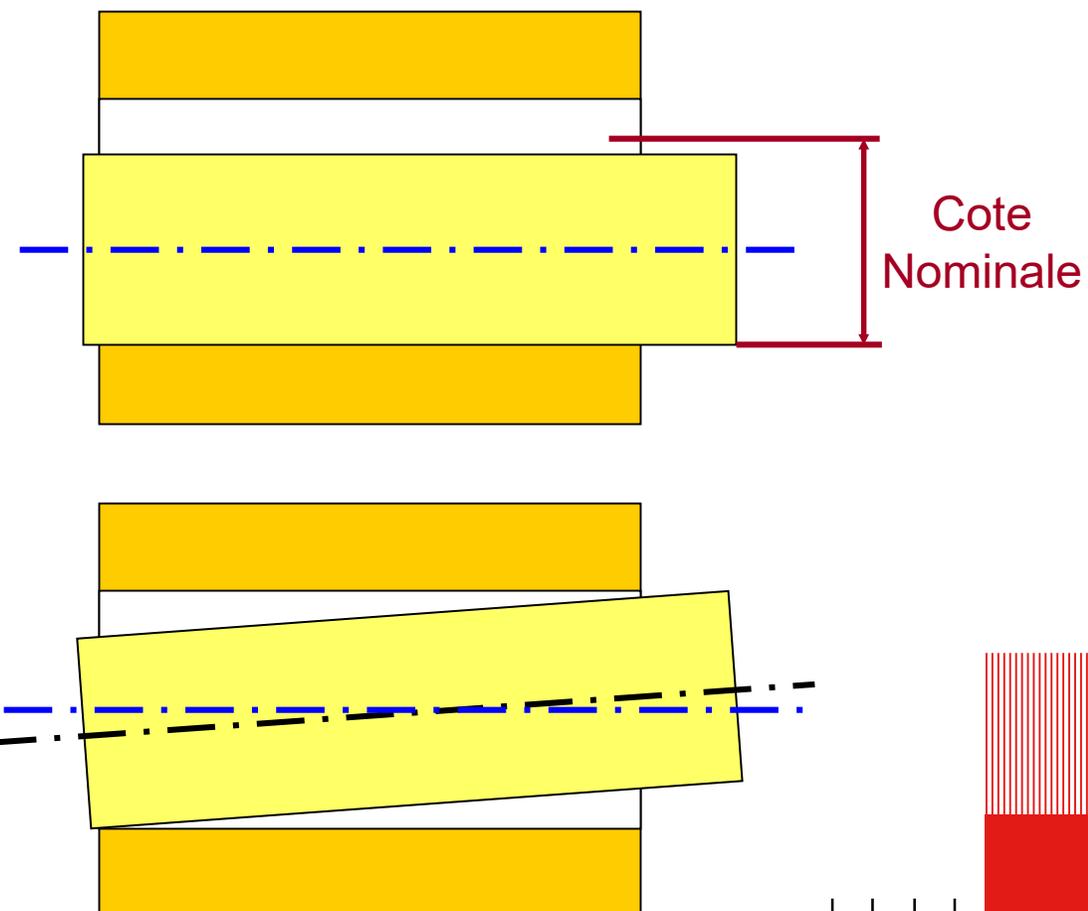
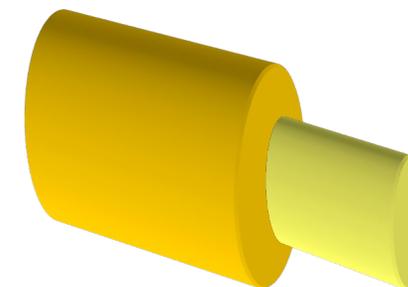


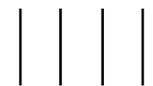
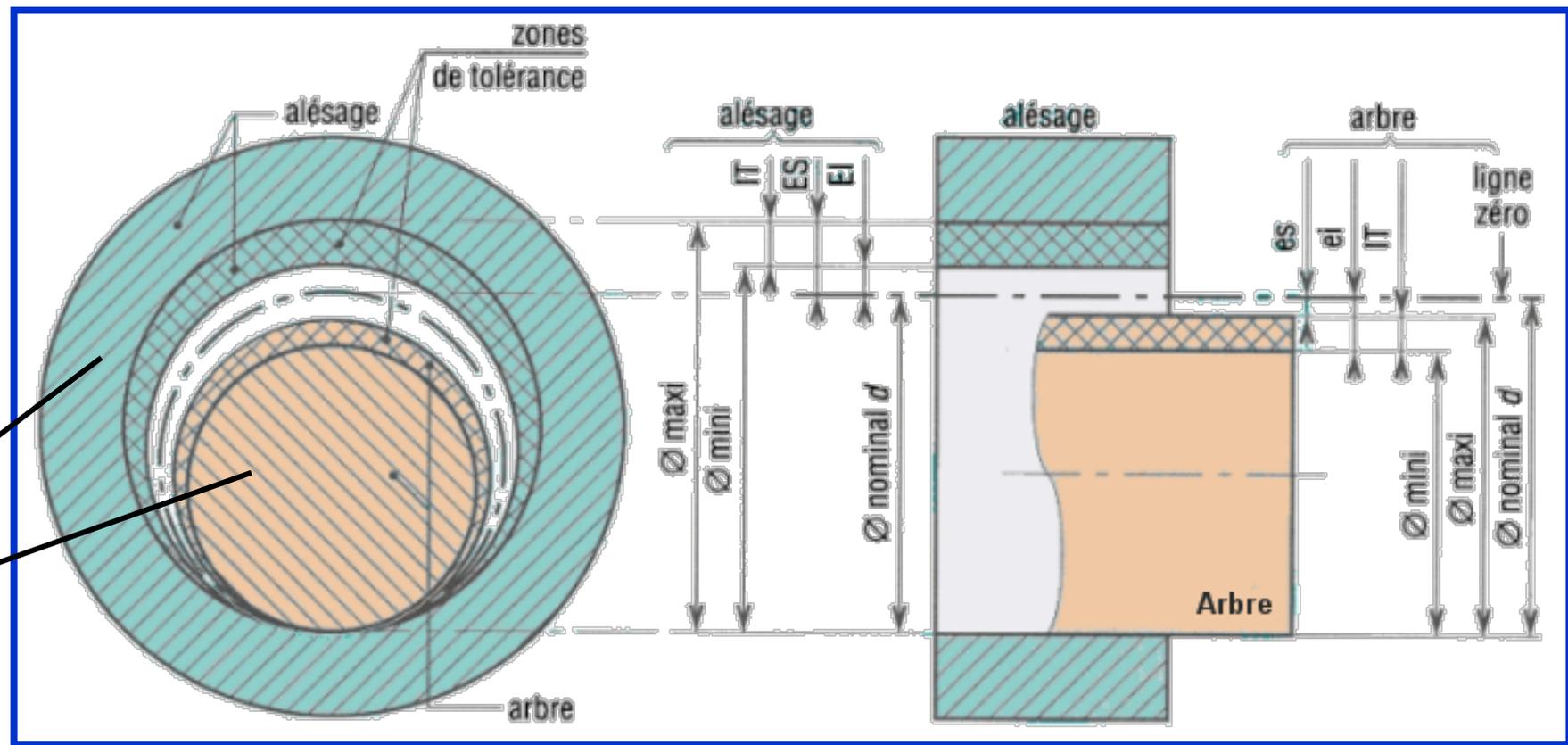
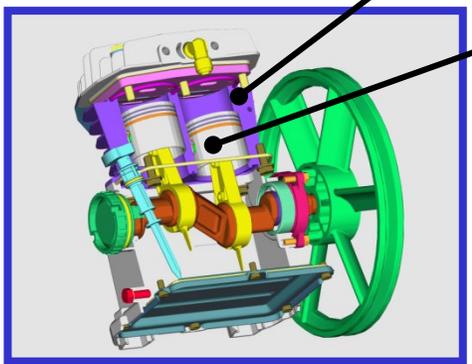


Définitions :

Cote nominale : Dimension de référence (valeur entière de la cote en mm) qui positionne les intervalles de tolérances à la fois sur l'arbre et sur l'alésage. On a donc sur un dessin d'ensemble, la cote nominale identique pour les deux pièces.

Remarque : Le niveau de qualité d'un ajustement est fonction de son intervalle de tolérance ramené à sa cote nominale.







On trouve des ajustements avec jeu: $\varnothing 80 H8f7$

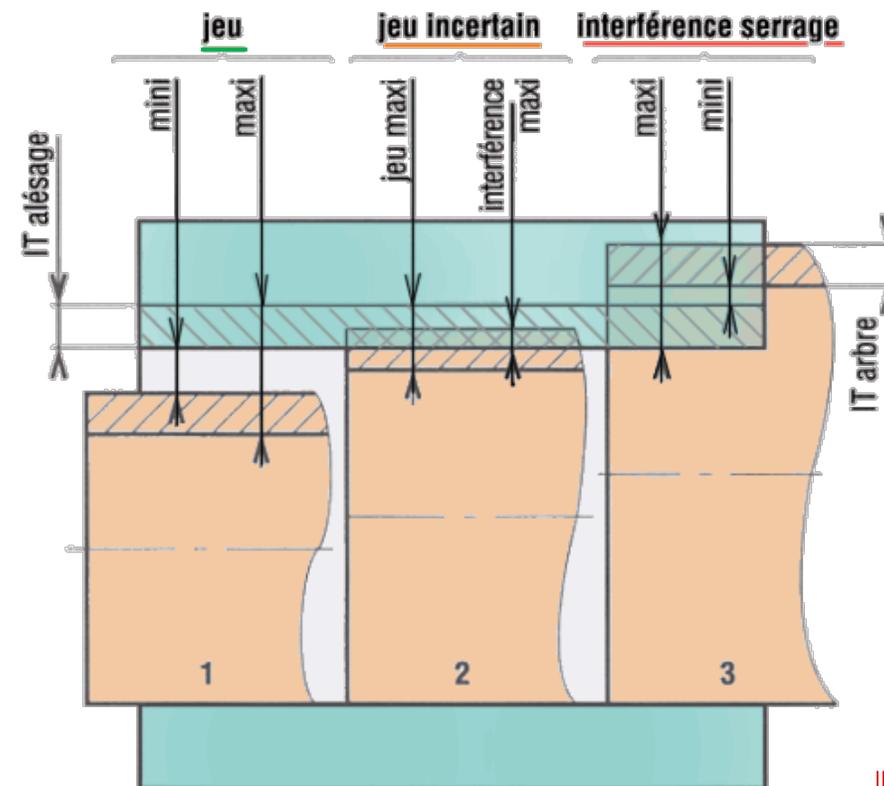
jeu mini = 0.030 mm
jeu Maxi = 0.106 mm

Des ajustements avec serrage ou interférence: $\varnothing 80 H7p6$

Serrage mini = 0.002 mm
Serrage Maxi = 0.051 mm

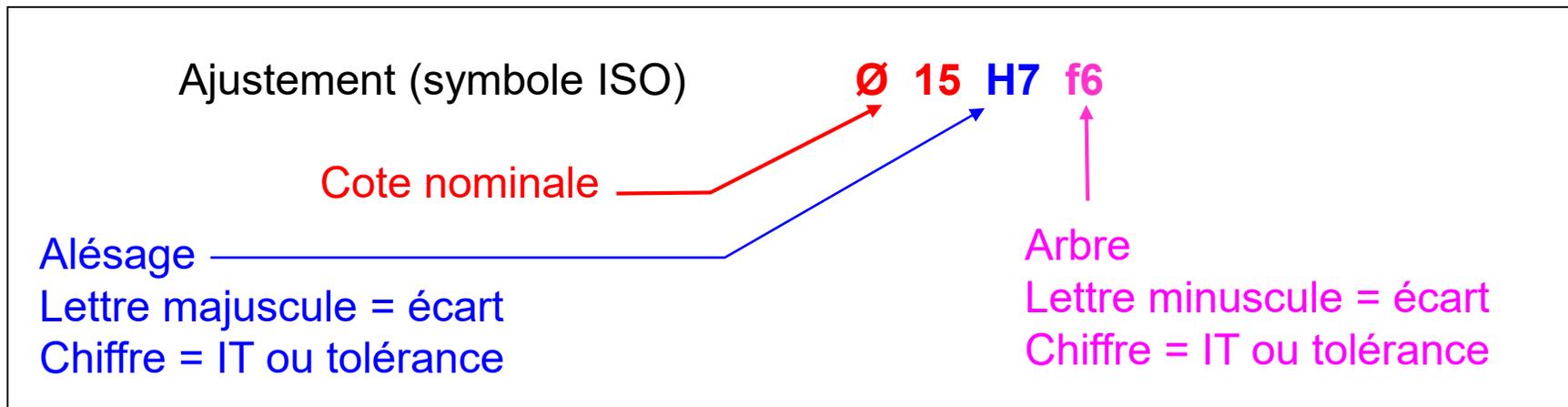
Des ajustements avec jeu incertain (jeu ou serrage) : $\varnothing 80 H7k6$

jeu Maxi = 0.009 mm
Serrage Maxi = 0.002 mm



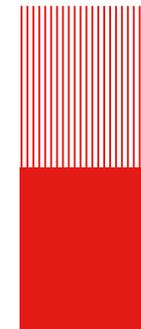


Écriture et signification :



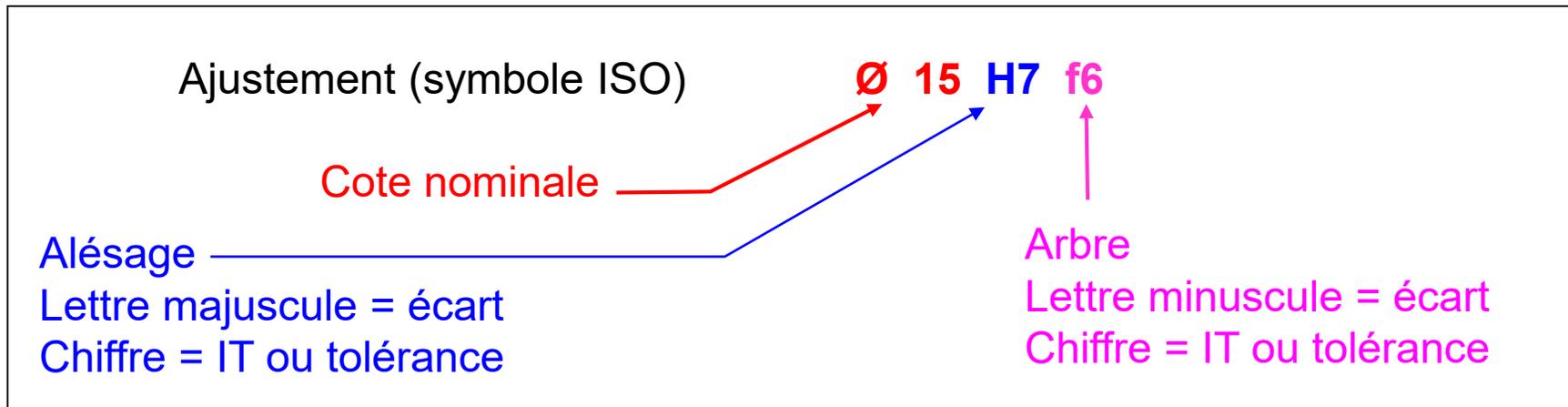
1^{ère} information Ø15 : cote nominale relative à l'arbre et à l'alésage.

2^{ème} information H : situe la tolérance par rapport à la cote nominale, la majuscule indique que l'information concerne l'alésage.



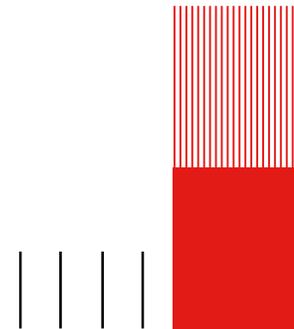


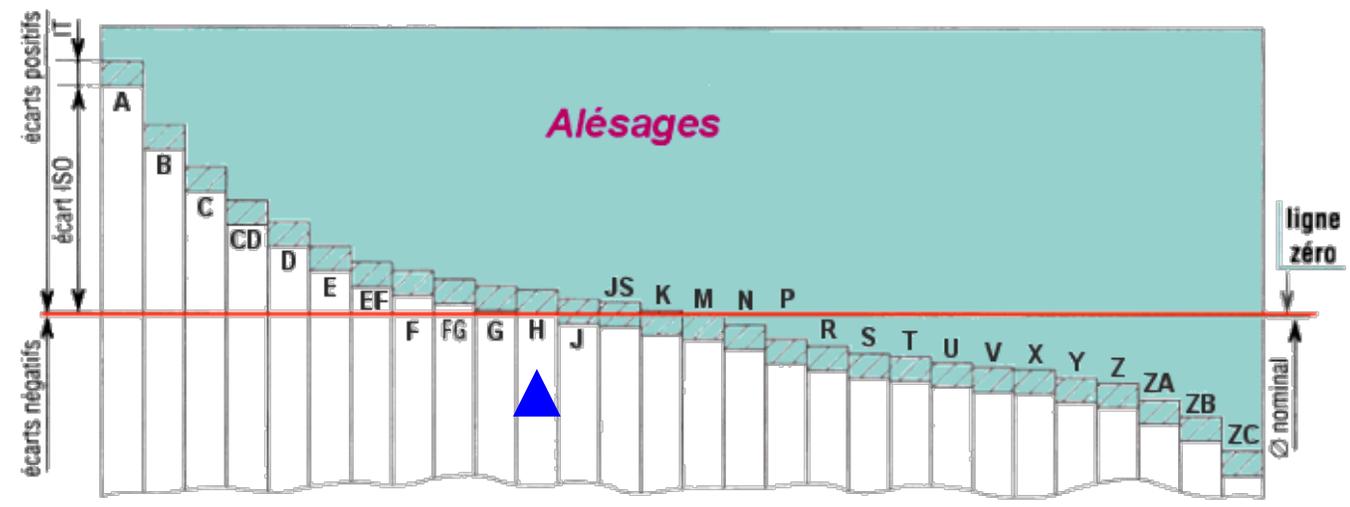
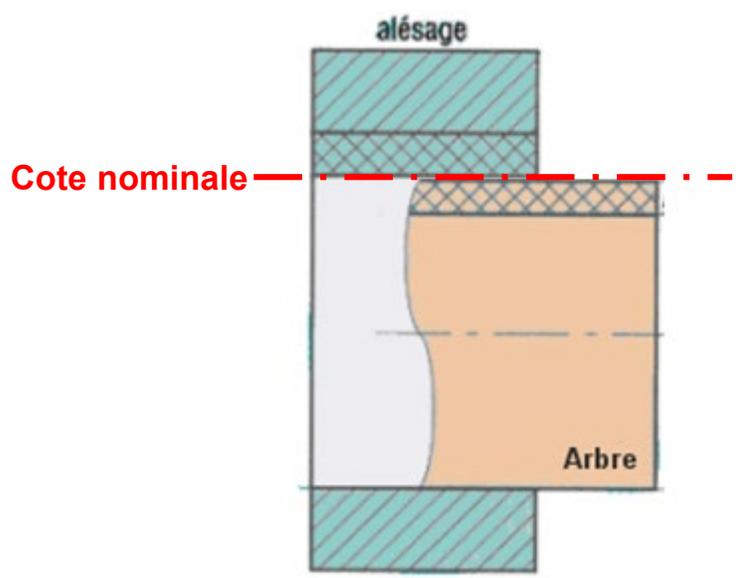
Écriture et signification :



1^{ère} information Ø15 : cote nominale relative à l'arbre et à l'alésage.

2^{ème} information H : situe la tolérance par rapport à la cote nominale, la majuscule indique que l'information concerne l'alésage.





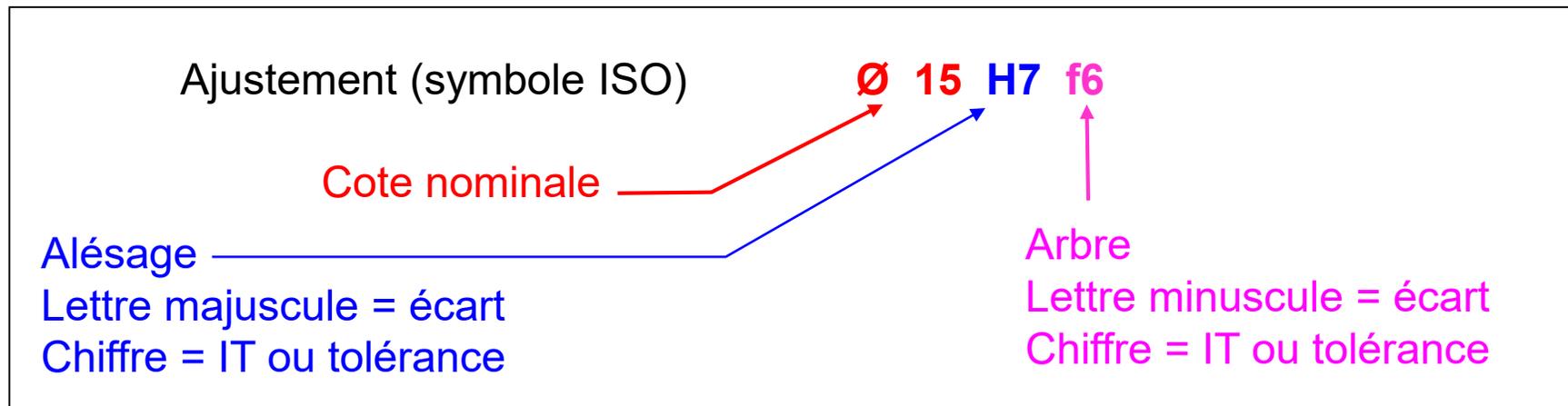
Rôle de la 2^{ème} information (lettre) :

Elle positionne l'intervalle de tolérance par rapport à la cote nominale





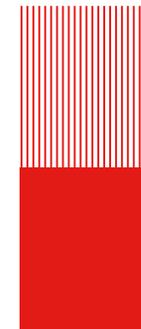
Ecriture et signification :



1^{ère} information Ø15 : cote nominale relative à l'arbre et à l'alésage.

2^{ème} information H : situe la tolérance par rapport à la cote nominale, la majuscule indique que l'information concerne l'alésage.

3^{ème} information 7 : indice de qualité (de 1 à 16, 16 étant la qualité la moins bonne réalisable) qui définit l'intervalle de tolérance affecté à la cote nominale. A indice de qualité identique, l'intervalle de tolérance augmente avec la cote nominale.





Rôle de la 3^{ème} information (indice) :

Indice de qualité : (de 1 à 16, 16 étant la qualité la moins bonne réalisable) qui définit l'intervalle de tolérance affecté à la cote nominale. A indice de qualité identique, l'intervalle de tolérance augmente avec la cote nominale.

Principales qualités ou tolérances (IT) ISO (IT en micromètre : 1µm = 0.001 mm)													
dimensions nominales en mm													
au-delà de →	1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus) →	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
IT13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970

Valeurs exprimées en micromètres

Pour $\varnothing 15 H7$ l'intervalle de tolérance ou IT vaut 0,018 mm





Rôle de la 3^{ème} information (indice) :

Indice de qualité : (de 1 à 16, 16 étant la qualité la moins bonne réalisable) qui définit l'intervalle de tolérance affecté à la cote nominale. A indice de qualité identique, l'intervalle de tolérance augmente avec la cote nominale.

Les cotes maximum et minimum correspondantes à $\varnothing 15 H7$ sont définies dans le tableau page 55 du polycopié de TI 2^{ème} année ou dans le **Guide du Dessinateur Industriel « GDI »** (page utile fonction de la version du livre)



Tableau page 55
du polycopié de TI
ou **GDI**

$$\varnothing 15H7 = \varnothing 15_0^{+0,018}$$

Cote nominale = 15

Cote maximum = 15,018

Cote minimale = 15

Cote moyenne = 15,009

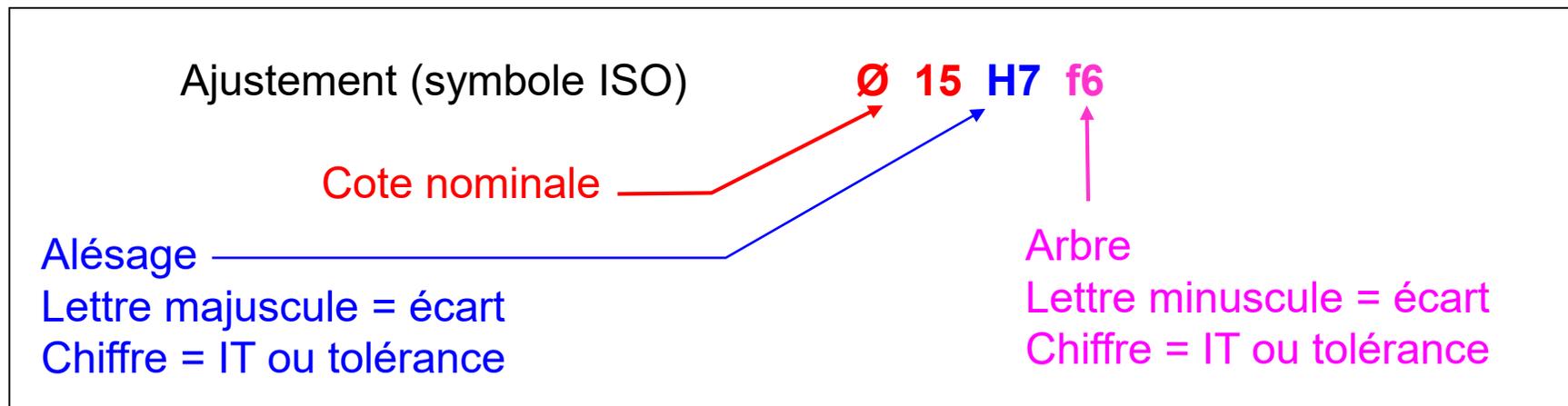
Extraits de tolérances ISO pour alésage (en microns : 1 μm = 0,001 mm)														
dimensions nominales (en mm)														
au-delà de		1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	
à (inclus)		3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	
D10	ES	+60	+78	+98	+120	+149	+180	+220	+260	+305	+355	+400	+440	+480
	EI	+20	+30	+40	+50	+65	+80	+100	+120	+145	+170	+190	+210	+230
E9	ES	+39	+50	+61	+75	+92	+112	+134	+159	+185	+215	+240	+265	+290
	EI	+14	+20	+25	+32	+40	+50	+60	+72	+85	+100	+110	+125	+135
F8	ES	+20	+28	+35	+43	+53	+64	+76	+90	+106	+122	+137	+151	+165
	EI	+6	+10	+13	+16	+20	+25	+30	+36	+43	+50	+56	+62	+68
G7	ES	+12	+16	+20	+24	+28	+34	+40	+47	+54	+61	+69	+75	+83
	EI	+2	+4	+5	+6	+7	+9	+10	+12	+14	+15	+17	+18	+20
H6	ES	+6	+8	+9	+11	+13	+16	+19	+22	+25	+29	+32	+36	+40
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H7	ES	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8	ES	+14	+18	+22	+27	+33	+39	+46	+54	+63	+72	+81	+89	+97
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H9	ES	+25	+30	+36	+43	+52	+62	+74	+87	+100	+115	+130	+140	+155
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H10	ES	+40	+48	+58	+70	+84	+100	+120	+140	+160	+185	+210	+230	+250
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H11	ES	+60	+75	+90	+110	+130	+160	+190	+220	+250	+290	+320	+360	+400
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H12	ES	100	+120	+150	+180	+210	+250	+300	+350	+400	+460	+520	+570	+630
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H13	ES	140	+180	+220	+270	+330	+390	+460	+540	+630	+720	+810	+890	+970
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J7	ES	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+18	+22	+26	+30	+36	+39	+43
	EI	-6	-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13	-14	-16	-16	-18	-20
JS13	±E	±70	±90	±110	±135	±165	±195	±230	±270	±315	±360	±405	±445	±485
K6	ES	+0	+2	+2	+2	+2	+3	+4	+4	+4	+5	+5	+7	+8
	EI	-6	-6	-7	-9	-11	-13	-15	-18	-21	-24	-27	-29	-32
K7	ES													
	EI													
M7	ES													
	EI	-12	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	-52	-57	-63
N7	ES	-4	-4	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-14	-14	-16	-17
	EI	-14	-16	-19	-23	-28	-33	-39	-45	-52	-60	-66	-73	-80
P7	ES	-6	-8	-9	-11	-14	-17	-21	-24	-28	-33	-36	-41	-45
	EI	-16	-20	-24	-29	-35	-42	-51	-59	-68	-79	-88	-98	-108

Valeurs exprimées en micromètres





Écriture et signification :



1^{ère} information Ø15 : cote nominale relative à l'arbre et à l'alésage.

2^{ème} information H : situe la tolérance par rapport à la cote nominale, la majuscule indique que l'information concerne l'alésage.

3^{ème} information 7 : indice de qualité (de 1 à 16, 16 étant la qualité la moins bonne réalisable) qui définit l'intervalle de tolérance affecté à la cote nominale. A indice de qualité identique, l'intervalle de tolérance augmente avec la cote nominale.

4^{ème} information f : identique à la deuxième information mais ici, c'est l'arbre qui est concerné.

5^{ème} information 6 : identique à la troisième information (ici c'est l'arbre qui est concerné). La valeur notifiée est souvent inférieure (=> qualité supérieure)





Les cotes maximum et minimum
correspondantes à $\varnothing 15 f6$
sont définies dans le tableau page 54
du polycopié de TI 2^{ème} année

Rôle de la 4^{ème} information (lettre) :

Elle positionne l'intervalle de tolérance par rapport à la cote nominale

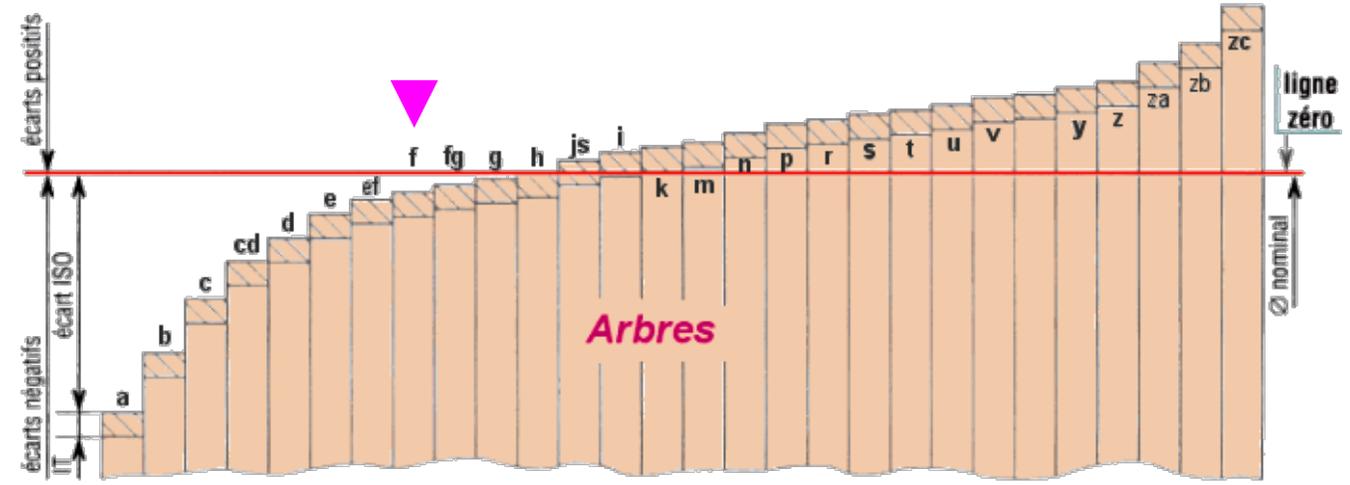


Tableau page 54
du polycopié de TI

$$\varnothing 15f6 = \varnothing 15 \begin{matrix} -0,016 \\ -0,027 \end{matrix}$$

Cote nominale = 15

Cote maximum = 14,984

Cote minimale = 14,973

Cote moyenne = 14,9785

Extraits de tolérances ISO pour arbres (en microns : 1 μm = 0,001 mm)														
dimensions nominales (en mm) NF EN 20286-2, ISO 286-2														
au-delà de		1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus)		3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
d9	es	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	ei	-45	-60	-76	-93	-117	-142	-174	-207	-245	-285	-320	-350	-385
d10	es	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	ei	-60	-78	-98	-120	-149	-180	-220	-260	-305	-355	-400	-440	-480
d11	es	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	ei	-80	-105	-130	-160	-195	-240	-290	-340	-395	-460	-510	-570	-630
e7	es	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	ei	-24	-32	-40	-50	-61	-75	-90	-107	-125	-146	-162	-182	-198
e8	es	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	ei	-28	-38	-47	-59	-73	-89	-106	-126	-148	-172	-191	-214	-232
e9	es	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	ei	-39	-50	-61	-75	-92	-112	-134	-159	-185	-215	-240	-265	-290
f6	es	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	ei	-12	-18	-22	-27	-33	-41	-49	-58	-68	-79	-88	-98	-108
f7	es	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	ei	-16	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83	-96	-108	-119	-131
f8	es	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	ei	-20	-28	-35	-43	-53	-64	-76	-90	-106	-122	-137	-151	-165
g5	es	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20
	ei	-6	-9	-11	-14	-16	-20	-23	-27	-32	-35	-40	-43	-47
g6	es	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20
	ei	-8	-12	-14	-17	-20	-25	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-60
h5	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h6	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	-10	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	-52	-57	-63
h8	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	-81	-89	-97
h9	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	-81	-89	-97

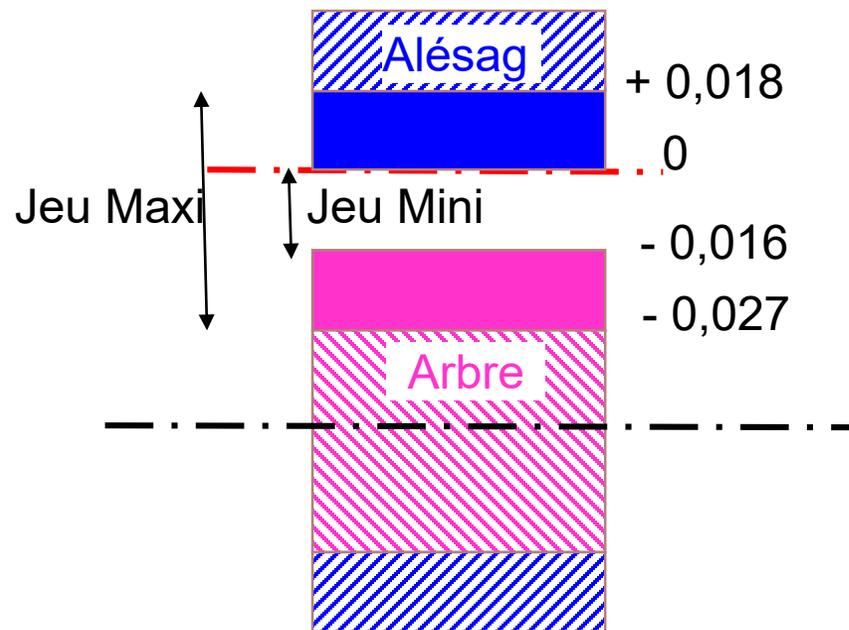
Valeurs exprimées en micromètres





$$\text{Ø}15 \text{ H7} = \text{Ø} 15 \begin{matrix} +0,018 \\ 0 \end{matrix}$$

$$\text{Ø}15 \text{ f6} = \text{Ø} 15 \begin{matrix} -0,016 \\ -0,027 \end{matrix}$$



$$\text{Jeu maxi} = 0,018 + 0,027 = 0,045 \text{ mm}$$

$$\text{Jeu mini} = 0 + 0,016 = 0,016 \text{ mm}$$

$$\text{IT Alésage} = 0,018 - 0 = 0,018 \text{ mm}$$

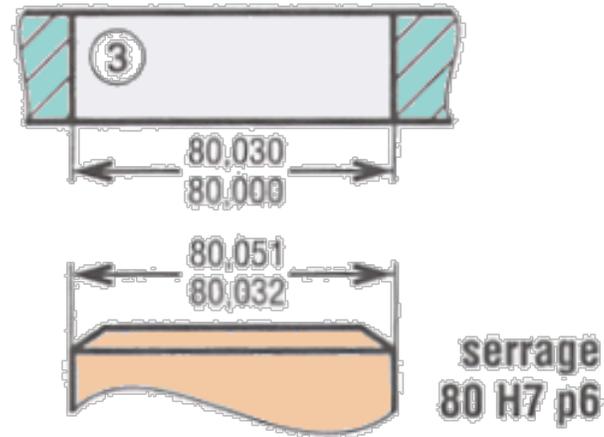
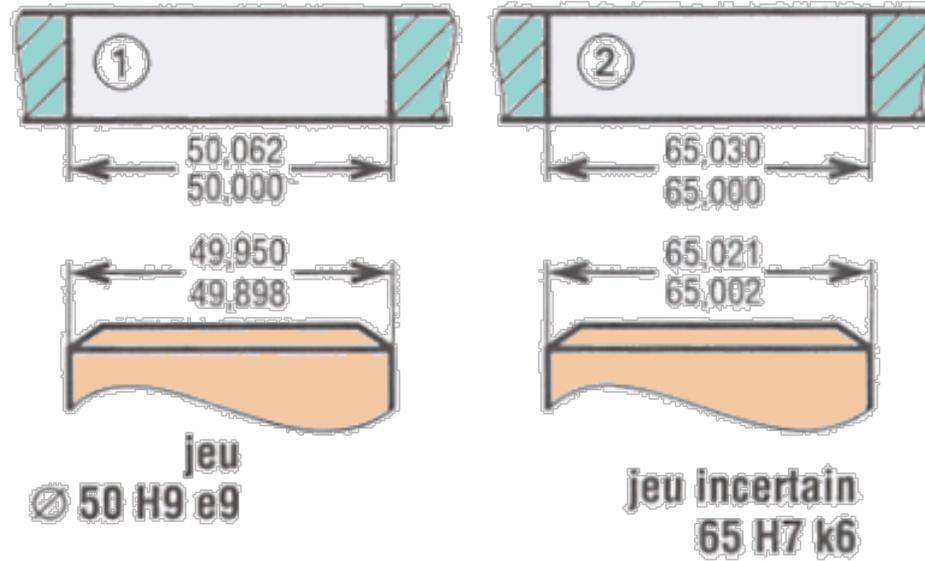
$$\text{IT Arbre} = 0,027 - 0,016 = 0,011 \text{ mm}$$

Ø 15 H7 f6 est un ajustement avec jeu.





Exemples :





Calculs pour les ajustements usuels des valeurs X et Y qui sont les valeurs des jeux ou serrages :

$X = \text{Alésage maxi} - \text{Arbre mini}$

Si $X > 0$ alors Jeu maxi

Si $X < 0$ alors Serrage mini

$Y = \text{Alésage min} - \text{Arbre maxi}$

Si $Y > 0$ alors Jeu mini

Si $Y < 0$ alors Serrage maxi

Exemple : $\varnothing 60 \text{ H8 f7}$

$X = \text{Alésage maxi} - \text{Arbre mini}$

$X = 60,046 - 59,94$

$X = 0,106 \text{ mm}$

$X > 0$

$Y = \text{Alésage min} - \text{Arbre maxi}$

$Y = 60 - 59,97$

$Y = 0,03 \text{ mm}$

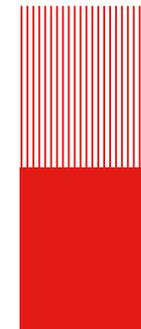
$Y > 0$

$X > 0$ et $Y > 0$ -> **Ajustement avec jeu**

Jeu maxi = 0,106 mm

Jeu mini = 0,03

Auteurs M. Picard & J. Fauré – INSA TOULOUSE

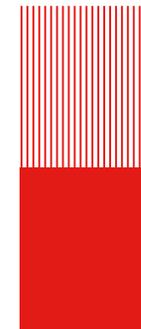
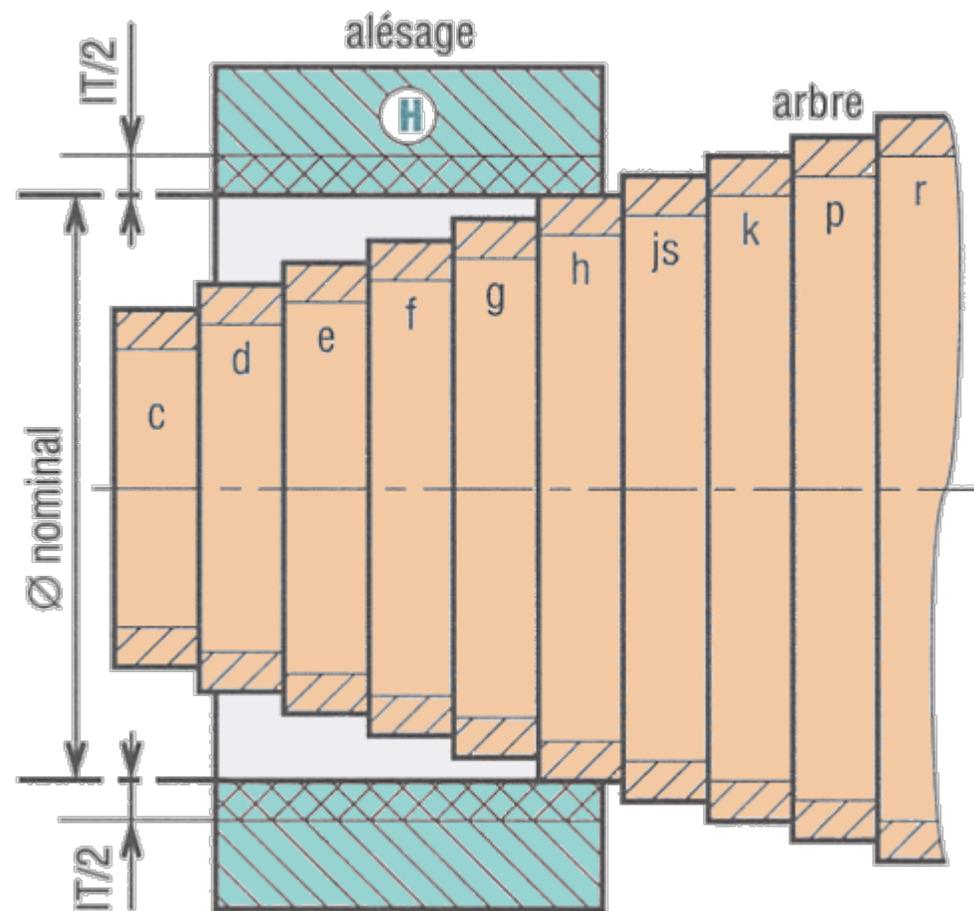




Systeme de l'alésage normal H:

Il existe plusieurs choix de couples arbre/alésage ayant les mêmes caractéristiques fonctionnelles.

Pour simplifier l'utilisation de la cotation par ajustement on définit les caractéristiques de l'arbre par rapport à un alésage fixé avec une lettre H, il reste quand même à définir le chiffre de l'alésage.





Exemples d'ajustements pour s'entraîner:

Ø 60 H7 g6

Résultat :

$X = 59 \mu\text{m}$ donc Jeu maxi = $59 \mu\text{m}$

$Y = 10 \mu\text{m}$ donc Jeu mini = $10 \mu\text{m}$

Ø 60 H7 h6

Résultat :

$X = \text{Jeu maxi} = 49 \mu\text{m}$

$Y = \text{Jeu mini} = 0 \mu\text{m}$

Ø 60 H7 m6

Résultat :

$X = 19$ donc Jeu maxi = $19 \mu\text{m}$

$Y = -30$ donc Serrage maxi = $30 \mu\text{m}$

Ø 60 H7 p6

Résultat :

$X = -2 \mu\text{m}$ donc Serrage mini = $2 \mu\text{m}$

$Y = -51 \mu\text{m}$ donc Serrage maxi = $51 \mu\text{m}$

