

CHAPITRE III: TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET AJUSTEMENTS

1-Principe de l'interchangeabilité:

Lorsqu'il faut fabriquer une série de pièces identiques, il est impossible d'obtenir, d'une pièce à l'autre, exactement les mêmes dimensions. Il faut donc prévoir une variation possible de ces dimensions afin d'assurer l'interchangeabilité des pièces dans leurs ensembles respectifs. Les dimensions ou cotes sont alors comprises entre deux valeurs limites appelées cote minimale et cote maximale. L'écart arithmétique entre ces deux valeurs s'appelle **tolérance ou intervalle de tolérance (IT)**. La cote théorique entière est-elle appelée **cote nominale**.

2-Système ISO:

Ce système définit un ensemble de tolérances concernant la taille linéaire d'un éléments ,c'est-à-dire:

- Le diamètre d'un cylindre
- Le diamètre d'une sphère
- La distance entre deux surfaces planes parallèles opposées

Les termes alésage et arbre désignent également l'espace contenant ou l'espace contenu compris entre deux surfaces planes parallèles d'une pièces quelconque: largeur de rainure, épaisseur de clavettes ,etc

Les définitions proposées sont en partie extraites de la norme NF ISO 20286-1 (ISO 286-1). Pour des détails complémentaires, se reporter à celle-ci.

❑ **Alésage** ("hole") : terme utilisé conventionnellement pour désigner tout élément intérieur d'une pièce, même non cylindrique.

❑ **Arbre** ("shaft") : terme utilisé conventionnellement pour désigner tout élément extérieur d'une pièce, même non cylindrique.

❑ **Dimension et cote** ("size" et "dimension") : nombre qui exprime, dans une unité choisie, la valeur numérique d'une longueur. La dimension est appelée cote lorsqu'elle est inscrite sur un dessin.

❑ **Dimension ou cote nominale** ("nominal size" ou "basic size") : c'est la dimension qui sert de référence pour définir la valeur des dimensions limites (ou extrêmes admissibles) après application des écarts inférieur et supérieur.

❑ **Remarque:**

Le terme général arbre désigne tous les contenus (tenons, coulisseaux, clavettes, ...) et le terme général alésage désigne tous les contenant (mortaises, glissières, rainures etc.)

□ **Ecart** ("deviation") : différence algébrique ("positive ou négative") entre une dimension choisie (dimension effective...) et la dimension nominale correspondante.

□ **Remarque** : les symboles des écarts sont indiqués en minuscules (es, ei) pour les arbres et en majuscules (ES, EI) pour les alésages.

Écarts limites ("limit deviations") : ce sont les écarts supérieur et inférieur.

Ecart supérieur ("upper deviation") : "ES" pour les alésages et "es" pour les arbres ; c'est la différence algébrique entre la dimension maximale et la dimension nominale correspondante.

Ecart inférieur ("lower deviation") : "EI" pour les alésages et "ei" pour les arbres ; c'est la différence algébrique entre la dimension minimale et la dimension nominale correspondante.

Remarque (Tableau au dessous): lettres en majuscules sont pour les Alésages:

D max : dimension maximale et **D min** : la dimension minimale

D nom : la dimension nominale

Lettres en minuscules sont pour les Arbres:

d max : dimension maximale et **d min** : la dimension minimale

d nom : la dimension nominale

Alésage	Écart supérieur ES = D max. – D nom. Écart inférieur EI = D min. – D nom.
Arbre	Écart supérieur es = d max. – d nom. Écart inférieur ei = d min. – d nom.

3.Types de cotes

On distingue 3 types de cotes.

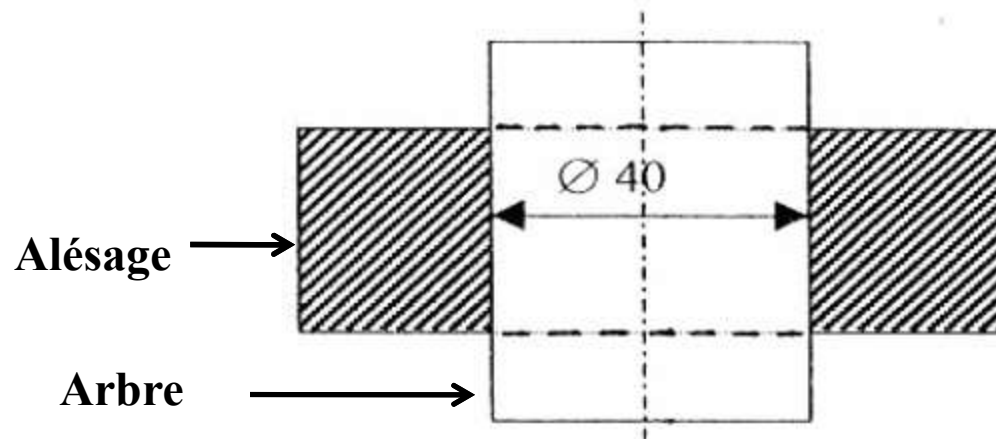
a. Cote nominale C_n

C'est la cote souhaitée ou celle de calcul par rapport à laquelle sont définies les cotes limites. Elle doit être la même pour l'arbre et l'alésage ou encore c'est la dimension par référence à laquelle sont définies les dimensions limites.

b. Cotes limites

Dans la pratique il est quasiment impossible d'usiner une pièce exactement à sa cote nominale par suite des incertitudes dans la fabrication (régime de coupe, incertitudes,...), c'est pourquoi on fixe les cotes limites admissibles pour une précision donnée. Ce sont les deux cotes extrêmes acceptables dites cotes maxi et cote mini, entre lesquelles doit se trouver la cote effective (ou réelle) pour que la pièce soit relativement précise et interchangeable (remplaçable).

Supposons un cas de figure où la valeur nominale étant de 40 mm et les valeurs limites sont les suivantes :



- Cote maxi de l'arbre $C_{\max} = 40,10$
- Cote mini de l'arbre $C_{\min} = 39,80$
- Cote maxi de l'alésage : $C_{\max} = 40,20$
- Cote mini de l'alésage : $C_{\min} = 40,00$

C-Cote effective ou cote réelle

C'est la cote d'exécution ou la cote réelle (de la pièce mesurée avec précision tolérable c'est-à-dire telle qu'elle est réalisée. Dans ce cas la cote effective mesurée (C_e) doit être comprise entre les deux valeurs extrêmes C_{\max} et C_{\min}

$$C_{\min} \leq C_e \leq C_{\max}$$

- Pour l'arbre : $39,80 \leq C_e \leq 40,10$
- Pour l'alésage : $40,00 \leq C_e \leq 40,20$

4 Tolérance

Une pièce ne peut jamais être avec une forme et des dimensions rigoureusement exactes. Mais pour qu'elle remplisse sa fonction dans un mécanisme, il suffit en pratique que chaque surface fonctionnelle soit comprise entre deux limites. La différence entre ces limites est appelée **TOLERANCE**.

4-1 Tolérance d'un arbre

La différence entre les écarts supérieur et inférieur est la valeur la plus importante, appelée tolérance de fabrication ou intervalle de tolérance désignée par **IT** ; elle est une valeur absolue.

$$\mathbf{IT = Ecart\ supérieur - Ecart\ inférieur = es - ei}$$

4-2 Tolérances d'un alésage

Nous utilisons exactement les mêmes considérations d'un arbre pour les alésages sauf que les désignations en minuscule des arbres deviennent des majuscules pour les alésages.

$$\mathbf{IT = Ecart\ supérieur - Ecart\ inférieur = ES - EI}$$

Pour l'alésage :

$$\text{Ecart supérieur } ES = D_{\text{max}} - D_{\text{nom}}$$

$$\text{Ecart inférieur } EI = D_{\text{min}} - D_{\text{nom}}$$

Pour l'arbre :

$$\text{Ecart supérieur } es = d_{\text{max}} - d_{\text{nom}}$$

$$\text{Ecart inférieur } ei = d_{\text{min}} - d_{\text{nom}}$$

4-3 Cotes tolérancées

On distingue une cote tolérancée en indiquant le diamètre nominale et les deux écarts supérieur et inférieur de la façon suivante :

-Cas général :

Exemple : $10^{+0,1}_{-0,2}$

+0,1 ← Ecart supérieur : es
-0,2 ← Ecart inférieur ei
10 ← Cote nominale en mm si aucune autre unité n'est indiquée

La plus grande pièce acceptée est 10,1 : tolérance supérieure Ts

La plus petite pièce acceptée est 9,8 : tolérance inférieure Ti

La différence entre Ts et Ti s'appelle Intervalle de Tolérance : IT=0,3

Exemples :

+ 0,01

1. Arbre Ø 40^{-0,02}

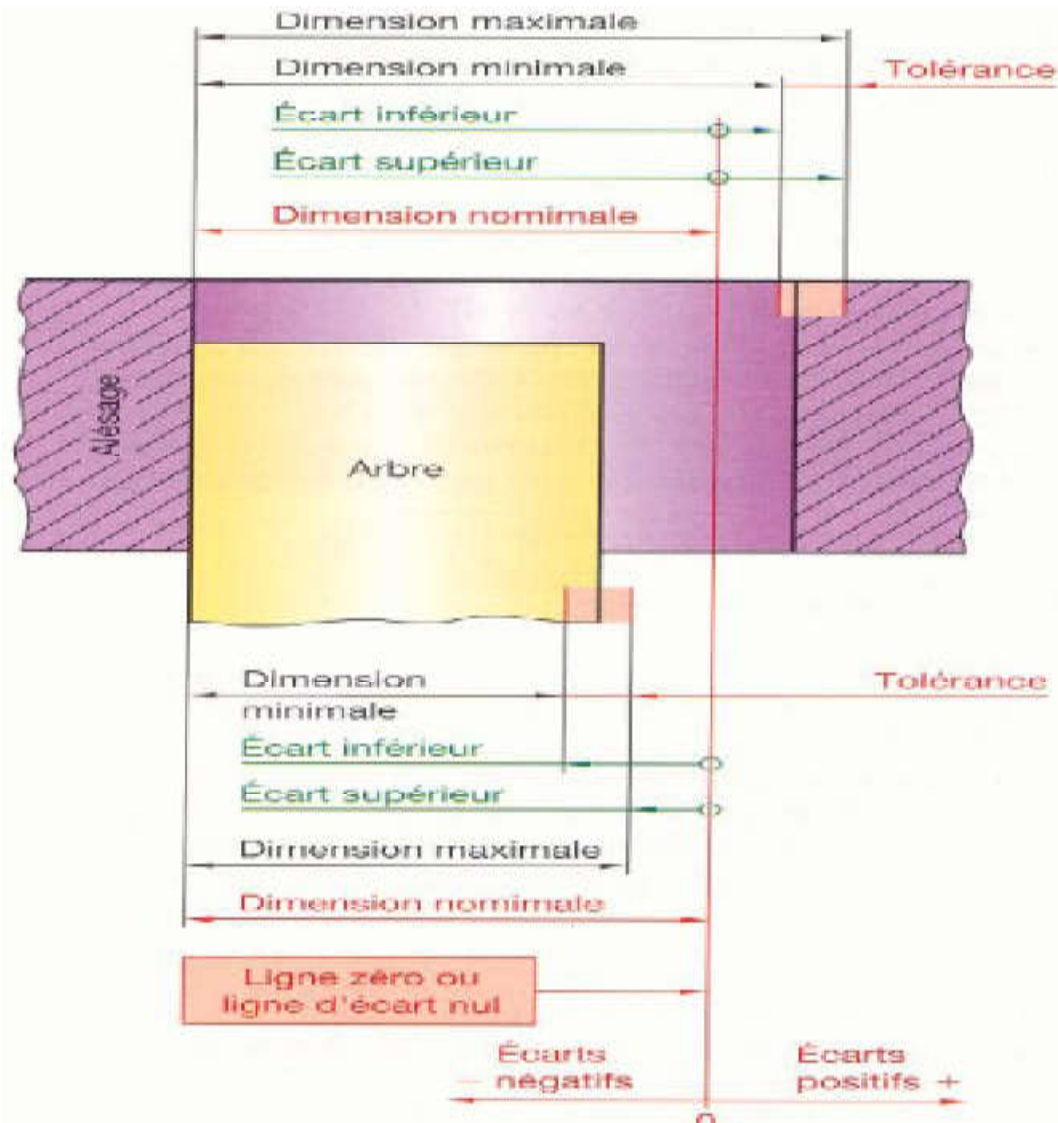
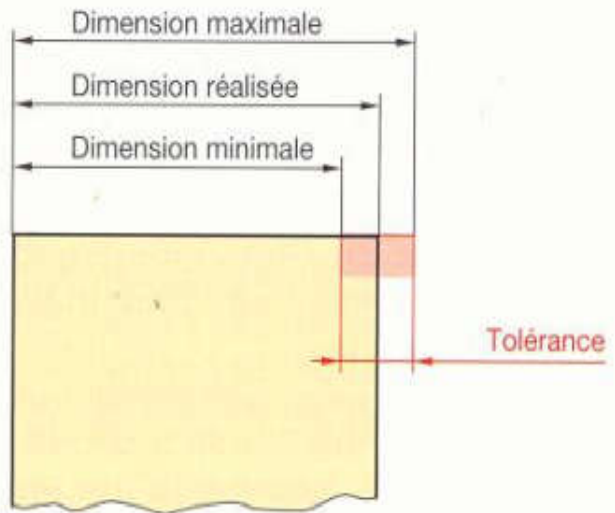
40 mm = diamètre nominal ; + 0,01 mm = es ; - 0,02 mm = ei

+ 0,02

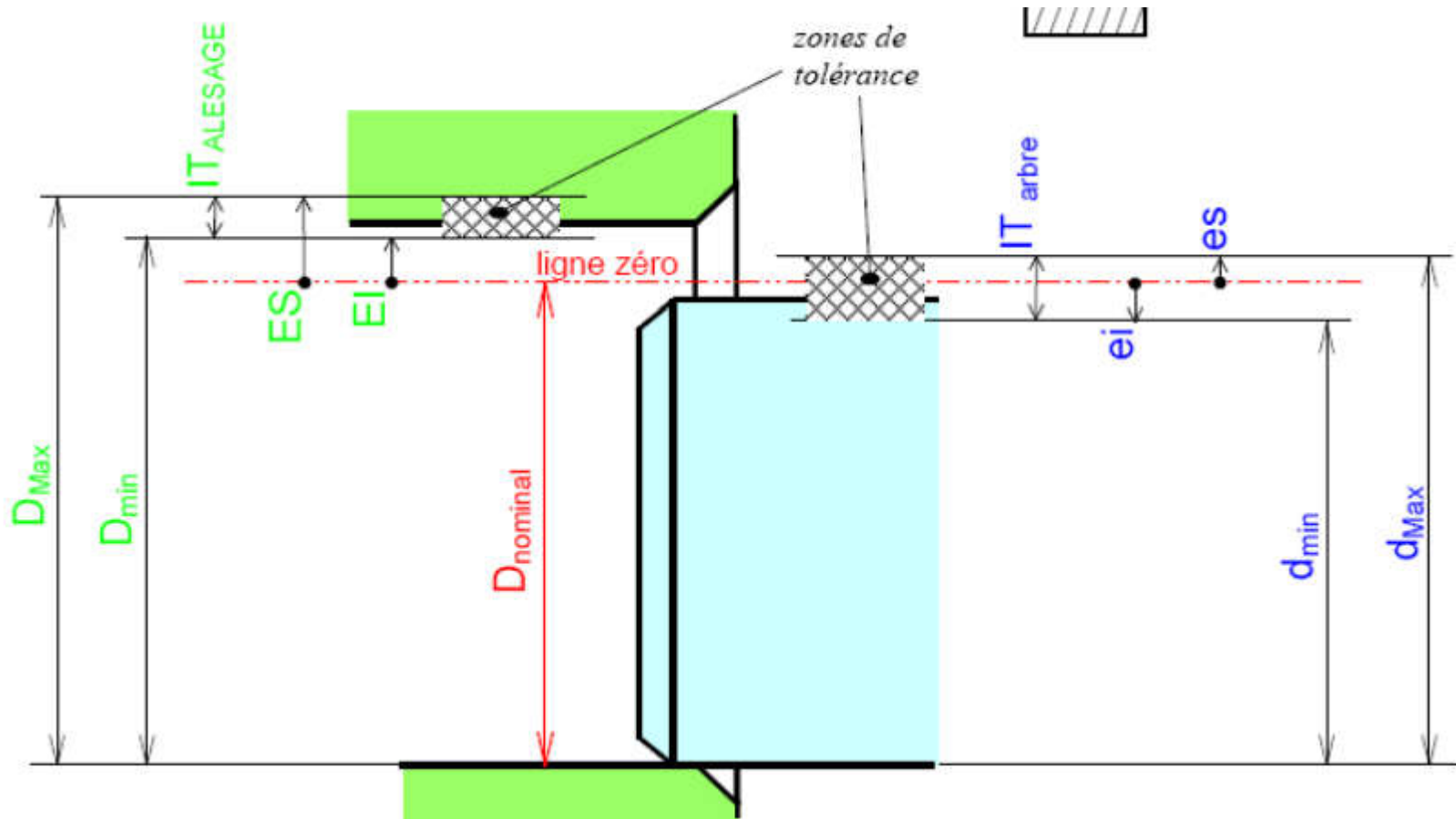
2. Alésage Ø 50^{-0,02}

50 mm = diamètre nominal ; + 0,02 mm = ES ; - 0,02 mm = EI

Dimension réalisée dans la tolérance



Dessin de définition de différentes cotes d'un assemblage arbre alésage

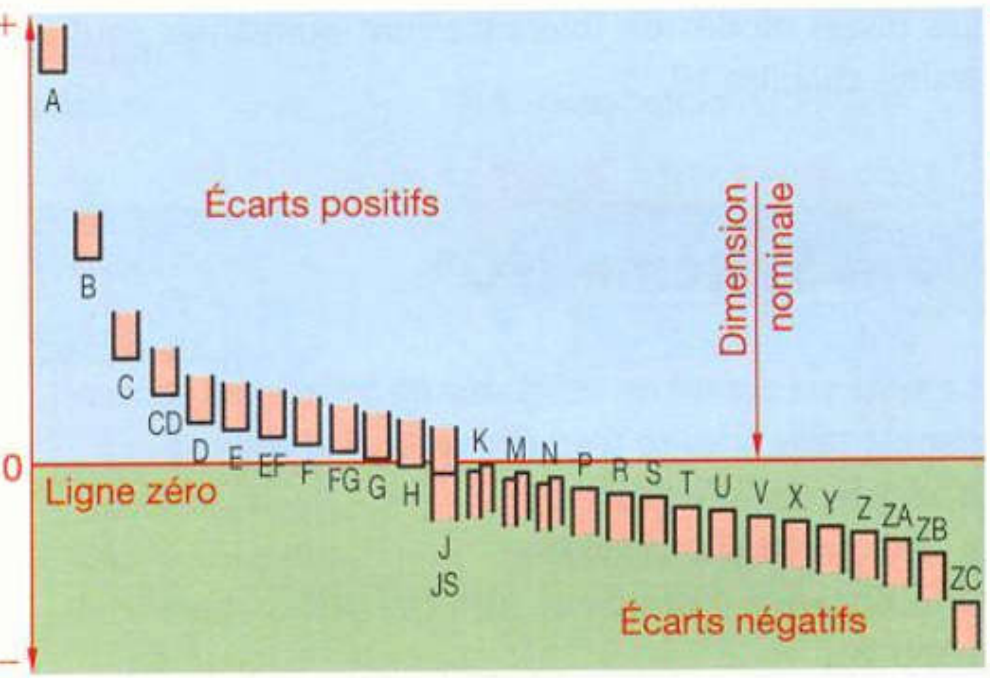


4-4 Position des tolérances :

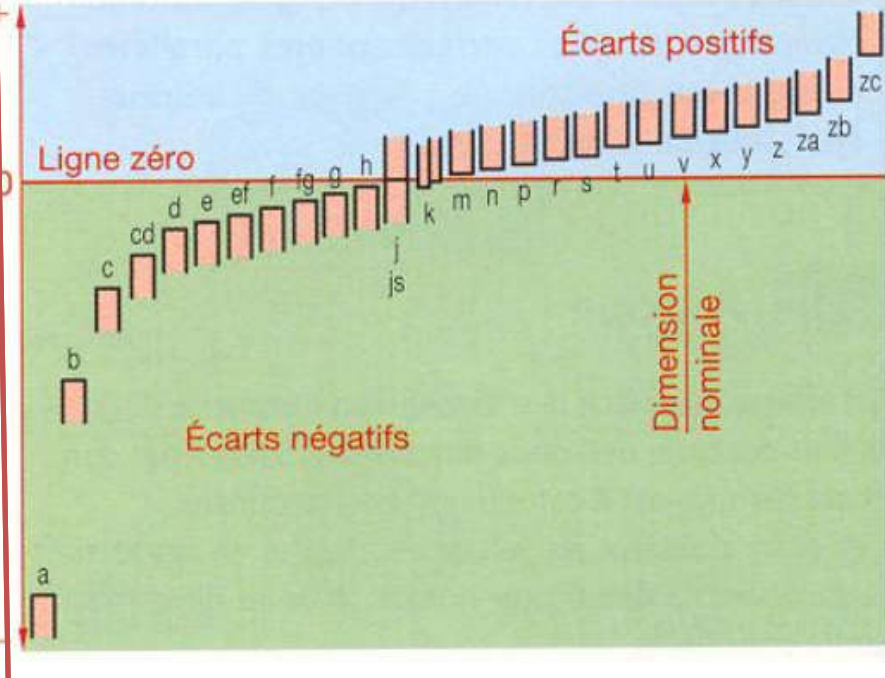
La tolérance des dimensions est caractérisée d'abord par une grandeur absolue puis par sa position relative par rapport à la ligne zéro ou la cote nominale.

Dans le système ISO, la position des tolérances est représentée par une lettre majuscule (parfois deux) pour les alésages et une ou deux lettres minuscules pour les arbres.

Alésages – Positions schématisées des tolérances



Arbres – Positions schématisées des tolérances

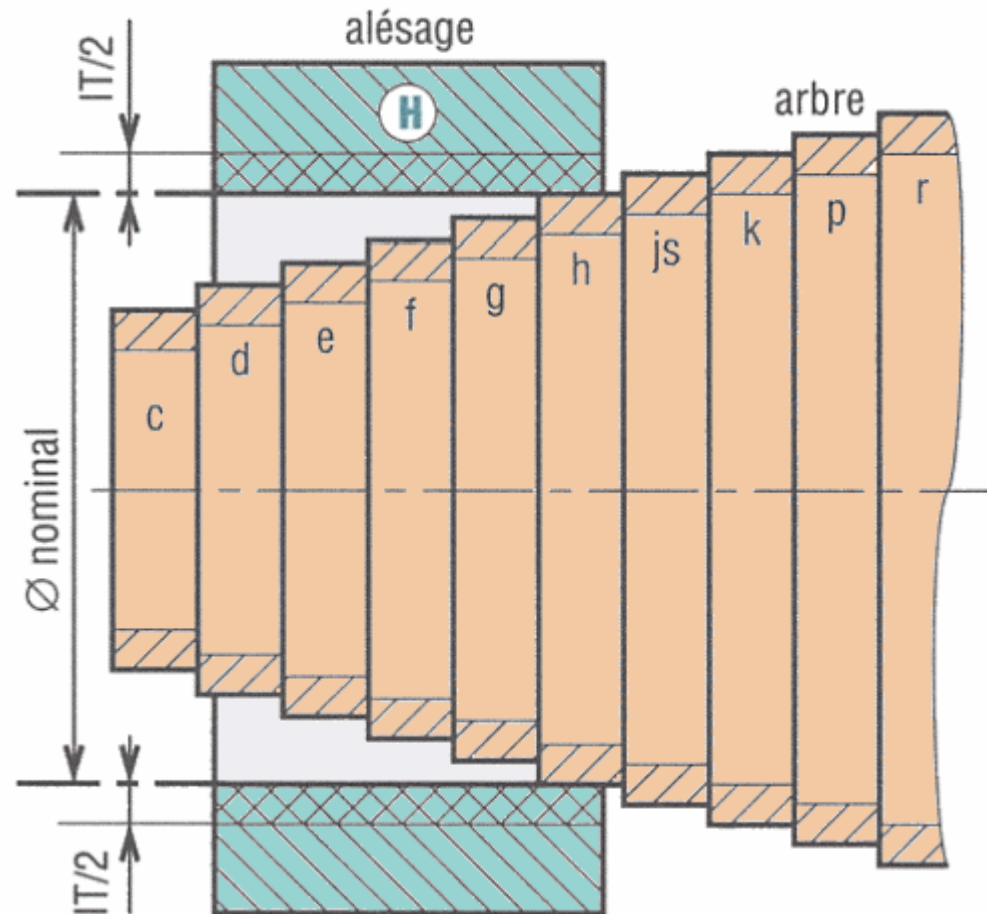


- Le système de l'alésage normal, c'est le système le plus utilisé, tous les alésages ou contenants sont H.

Choisir l'ajustement consiste alors à choisir la qualité (arbre et alésage), et à définir la position de l'intervalle de tolérance de l'arbre en fonction du but recherché.

Par exemple:

- Arbre position f ajustement avec jeu
- Arbre position k ajustement incertain
- Arbre position p ajustement serré



5-Ajustements:

Un ajustement est constitué par l'assemblage de deux pièces de même dimension nominale au moyen d'une liaison qui permet ou non le mouvement relatif de l'une par rapport à l'autre. Il est désigné par cette dimension nominale suivie des classes de tolérance correspondant à chaque pièce, en commençant par l'alésage .

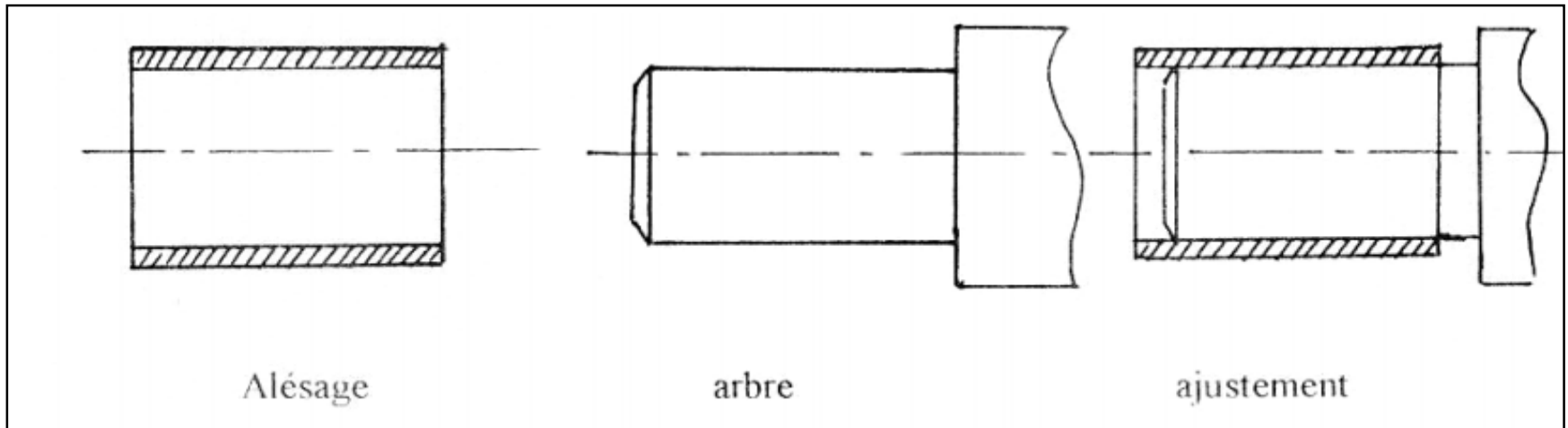
La position relative des intervalles de tolérances détermine:

- Soit un ajustement avec jeu;
- Soit un ajustement incertain, c'est-à-dire pouvant présenter tantôt un serrage;
- Soit un ajustement avec serrage;

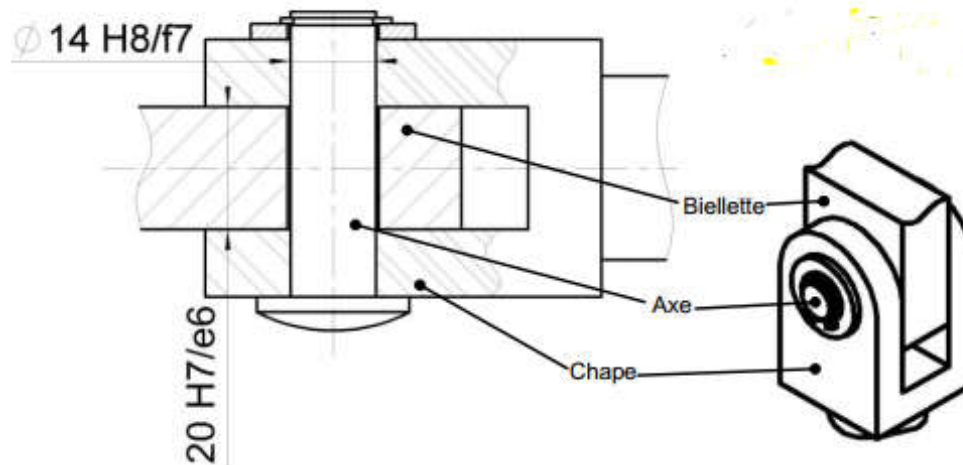
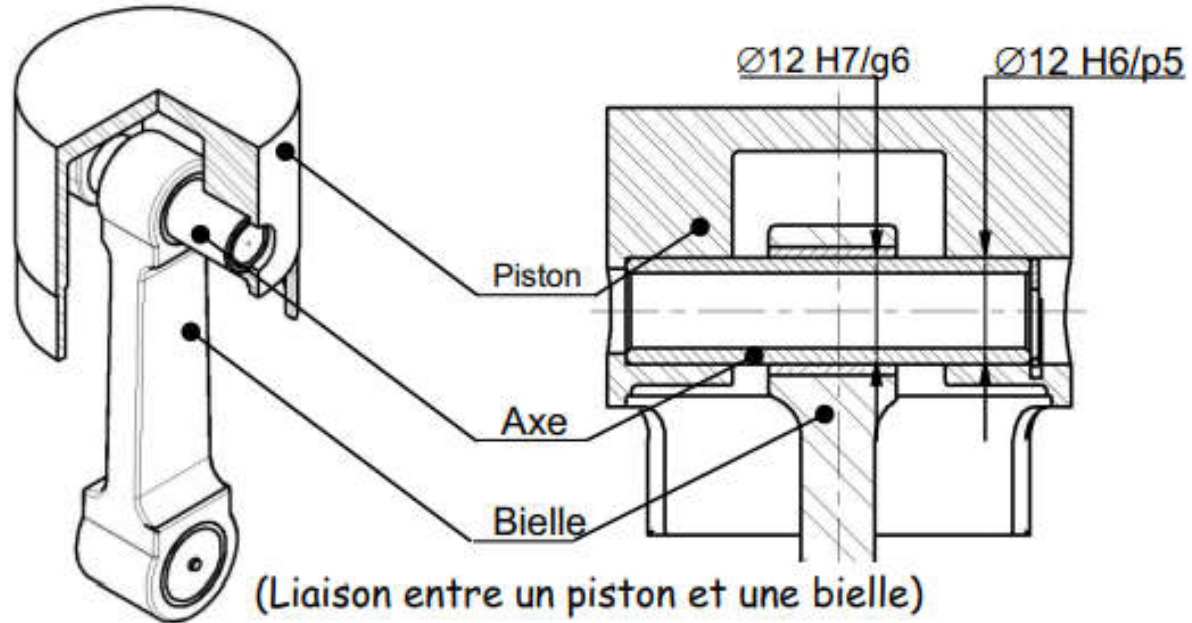
L'exemple le plus courant est celui de l'ajustement d'un arbre avec un alésage qui est l'exemple type d'un ajustement cylindrique .

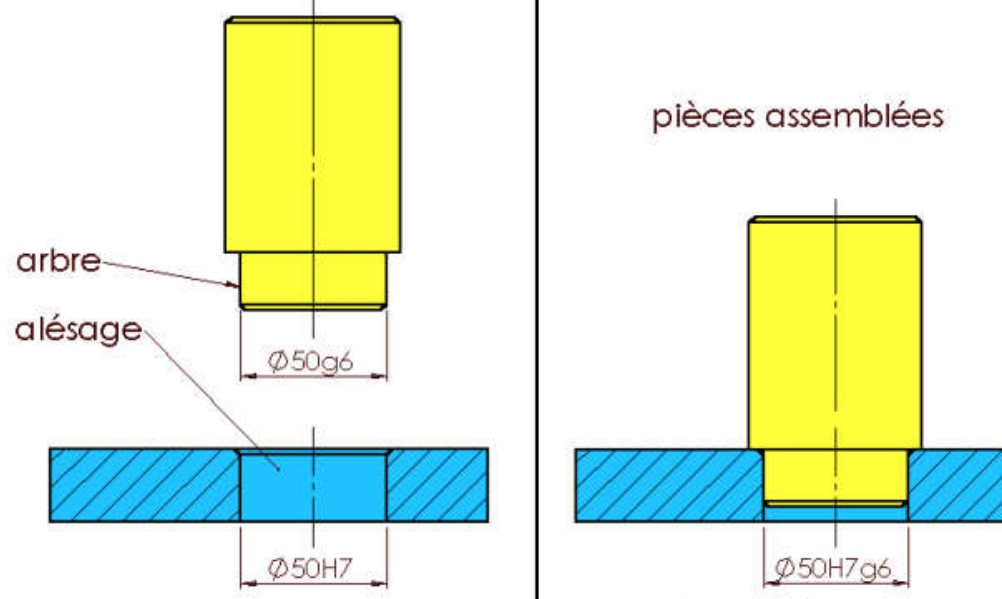
ARBRE + ALESAGE = AJUSTEMENT CYLINDRIQUE

Pour qu'il y ait ajustement, il faut que l'une des pièces pénètre dans l'autre.



EXEMPLES D'AJUSTEMENTS :

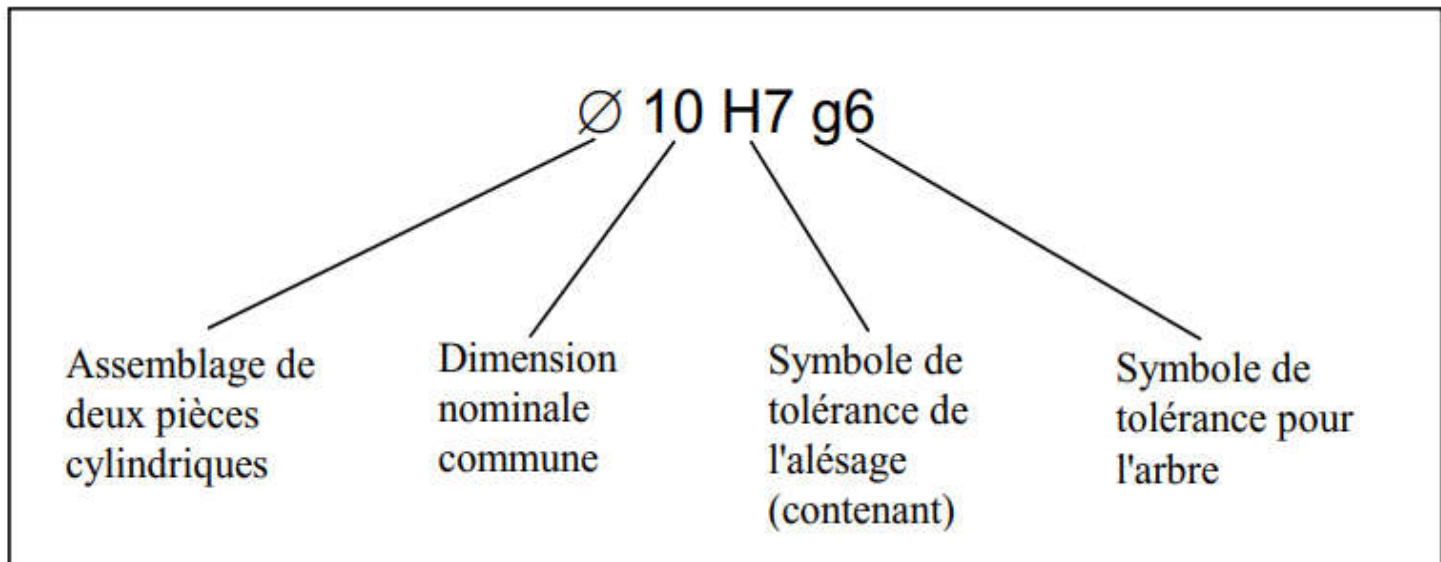




5-1-Principe et désignation d'un ajustement:

Un ajustement permet de spécifier à la fois la cote du contenant ou alésage, et celle du contenu ou arbre.

Exemple de désignation:



5-2- Désignation normalisée

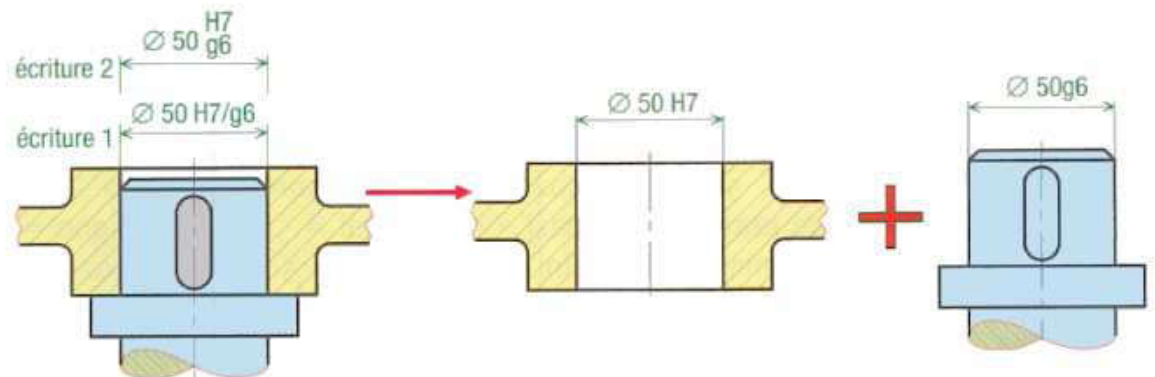
Sur un dessin d'ensemble la désignation comprend:

- Une cote nominale.
- Position et qualité de tolérance de l'alesage (lettre majuscule + nombre)
- Une barre inclinée
- Position et qualité de tolérance de l'arbre (lettre minuscule + nombre)

-Exemple:

20 H7 - g6

- Ajustement dit à alésage (H) avec serrage garanti
- Cote nominale 20 mm
- H : position de tolérance de l'alésage (alésage normale)
- 7 : qualité de l'alésage
- g : position de tolérance de l'arbre
- 6 : qualité de l'arbre



5-3-Catégories d'ajustements (avec jeu, avec jeu incertain et serré)

5-3-1-Ajustements avec jeu

Quelles que soient les combinaisons, les assemblages arbre avec alésage présentent toujours un jeu.

-L'arbre est plus petit que l'alésage. Il y a possibilité de mobilité entre les deux pièces

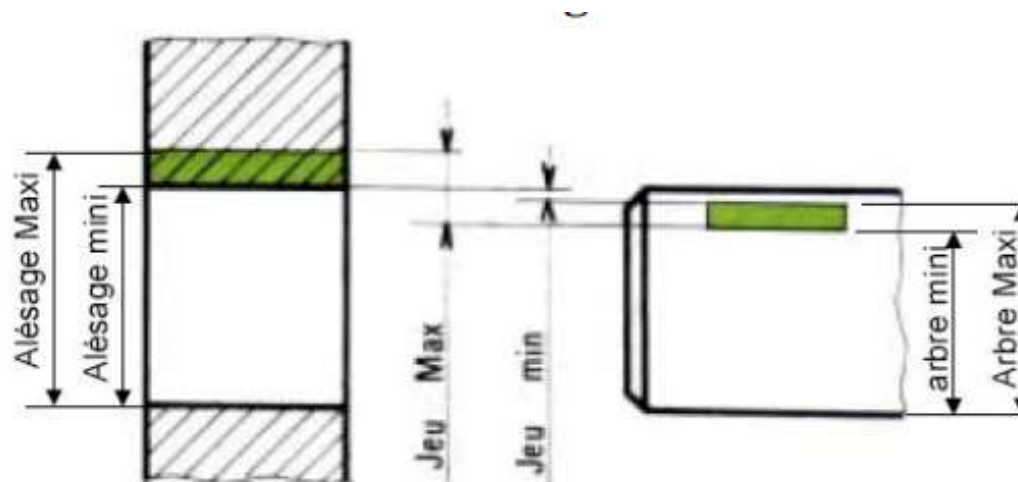
Exemple : 100H7/e6.

Calcul du jeu

$$\text{Jeu maxi} = C_{\text{max}} (\text{alésage}) - C_{\text{min}} (\text{arbre}) = (C_n + ES) - (C_n + ei) = ES - ei$$

$$\text{Jeu mini} = C_{\text{min}} (\text{alésage}) - C_{\text{max}} (\text{arbre}) = (C_n + EI) - (C_n + es) = EI - es$$

$$\text{Jeu mini} \leq \text{Jeu réel} \leq \text{Jeu maxi}$$



5-3-2- Ajustement avec serrage

L'arbre est plus gros que l'alésage, pas de possibilité de mouvement entre les deux pièces.

Calcul du jeu:

$$\text{Serrage maxi} = C_{\text{max}} (\text{arbre}) - C_{\text{min}} (\text{alésage}) = (C_n + e_s) - (C_n + E_i) = e_s - E_i$$

$$\text{Serrage min} = C_{\text{min}} (\text{arbre}) - C_{\text{max}} (\text{alésage}) = (C_n + e_i) - (C_n + E_S) = e_i - E_S$$

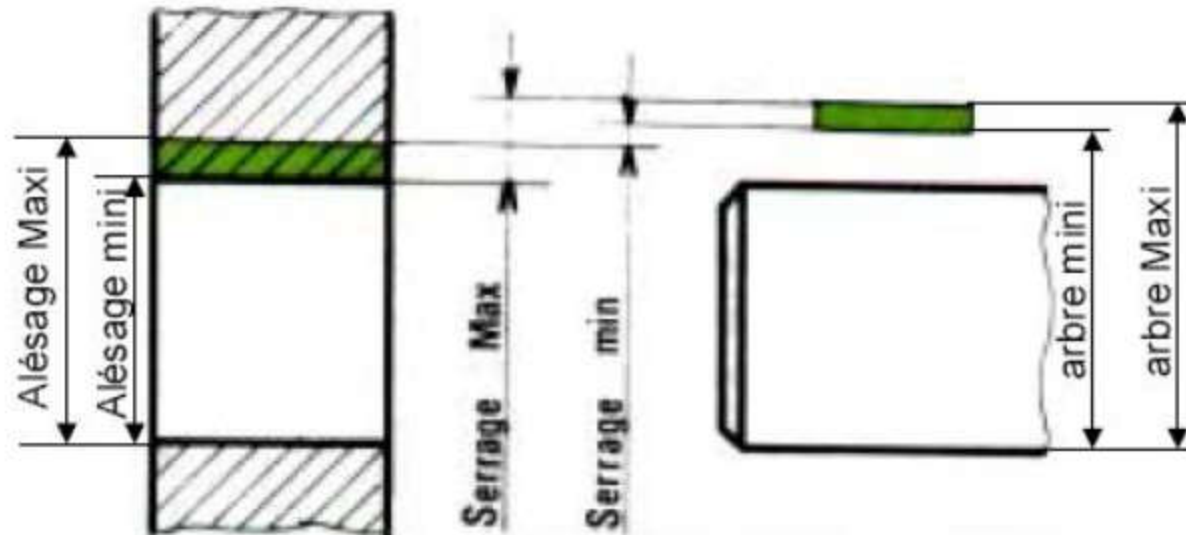
$$\text{Serrage min} \leq \text{Serrage réel} \leq \text{Serrage maxi}$$

C_n=cote nominale

Exemple :

Alésage Ø 30 $\begin{matrix} +0,02 \\ +0,01 \end{matrix}$

Arbre Ø 30 $\begin{matrix} +0,04 \\ +0,03 \end{matrix}$



5-3-3-Ajustement incertain

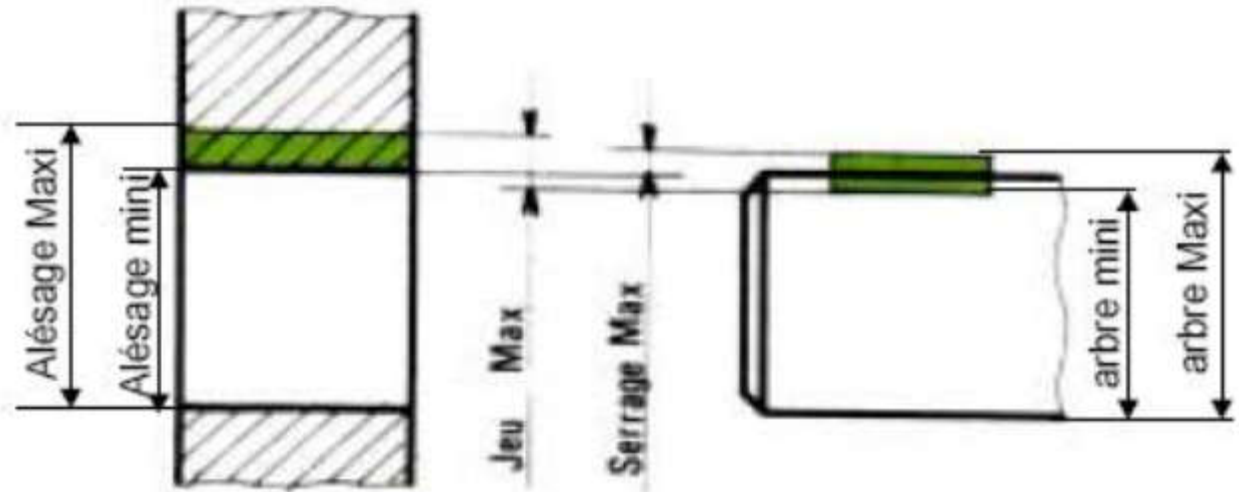
L'assemblage peut être soit avec jeu, soit avec serrage

Calcul du jeu:

$$\text{Serrage maxi} = es - EI$$

$$\text{Jeu maxi} = ES - ei$$

$$TA = IT + it = (ES - EI) + (es - ei) = (ES - ei) + (es - EI) = \text{Serrage maxi} - \text{Jeu maxi}$$



Exemple:

Alésage $\varnothing 60^{+0,05}$

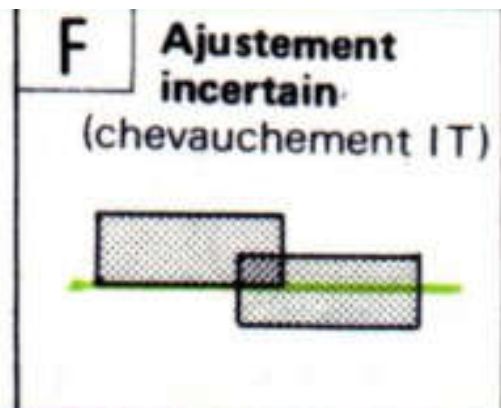
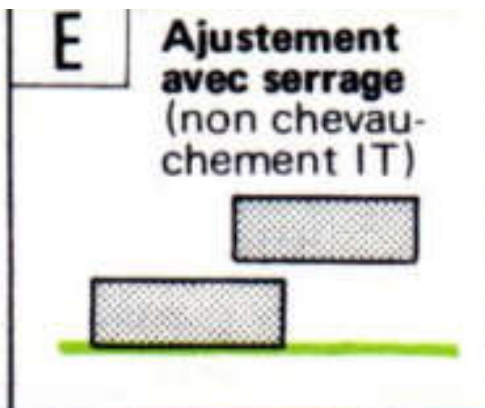
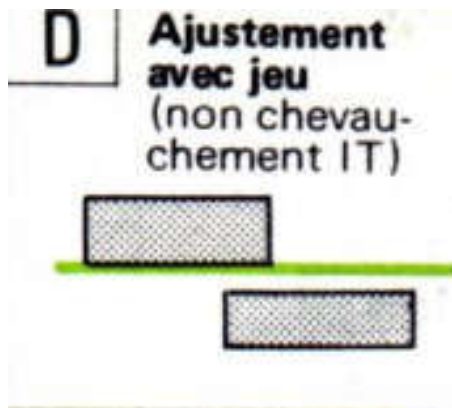
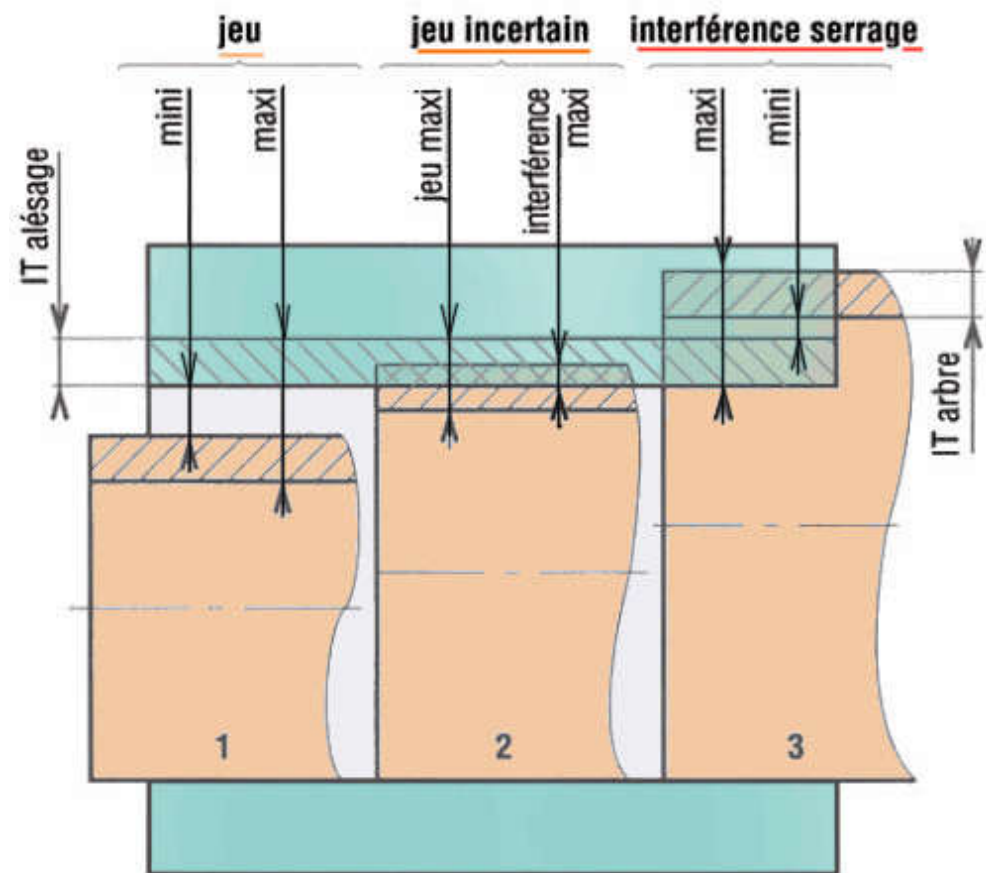
Arbre $\varnothing 60^{+0,03}_{-0,01}$

$$\text{Serrage maxi} = es - EI = 0,03 - 0 = 0,03 \text{ mm}$$

$$\text{Jeu maxi} = ES - ei = 0,05 - (-0,01) = 0,06 \text{ mm}$$

$$TA = \text{Serrage maxi} - \text{Jeu maxi} = 0,03 - 0,06 = -0,03 \text{ mm}$$

- Ajustement avec jeu
- Ajustement incertain
- Ajustement avec serrage



Tableaux des Principaux écarts en millimètres

Pour les alésages:

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 + 10	+ 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

Pour les arbres

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 5 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	- 400 730	- 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	- 230 - 350	- 290 - 485
d 10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120	- 65 - 149	- 80 - 189	- 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	- 85 140	- 100 172	- 110 191	- 125 214	- 135 232
e 9	- 14 - 29	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 - 112	- 60 - 144	- 72 - 169	- 85 - 195	- 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 - 75	- 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 - 147	- 62 - 161	- 68 - 165
g 4	- 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 6	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 8	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 - 290
h 11	0 - 60	0 75	0 90	0 110	0 130	0 160	0 190	0 220	0 250	0 290	0 370	0 460	0 400
h 12	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	± 14,5
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	+ 32 4	+ 36 4	+ 40 4	+ 45 5
m 5	+ 1 - 2	+ 2 - 4	+ 3 - 6	+ 4 - 7	+ 5 - 8	+ 6 - 9	+ 8 - 11	+ 10 - 13	+ 13 - 15	+ 17 - 17	+ 21 - 20	+ 25 - 21	+ 30 - 23
m 6	+ 3 - 1	+ 4 - 4	+ 5 - 6	+ 6 - 7	+ 8 - 8	+ 10 - 9	+ 13 - 11	+ 16 - 13	+ 20 - 15	+ 25 - 17	+ 30 - 20	+ 35 - 21	+ 40 - 23
n 5	+ 0 - 4	+ 16 - 8	+ 19 - 10	+ 23 - 12	+ 28 - 15	+ 34 - 17	+ 41 - 20	+ 49 - 23	+ 57 - 27	+ 66 - 31	+ 76 - 34	+ 87 - 37	+ 99 - 40
p 6	+ 2 6	+ 20 12	+ 24 15	+ 29 18	+ 35 22	+ 42 26	+ 51 32	+ 61 37	+ 72 43	+ 84 50	+ 98 56	+ 114 62	+ 132 68

ACTIVATION
 ACTIVATION
 ACTIVATION

RESUME

	écart supérieur	écart inférieur
ALÉSAGE	$ES = C_{\max} - C_{\text{nom}}$	$EI = C_{\min} - C_{\text{nom}}$
Arbre	$es = c_{\max} - c_{\text{nom}}$	$ei = c_{\min} - c_{\text{nom}}$

C_{max} et **C_{min}** (cotes maximales et minimales) sont des dimensions maximales et minimales

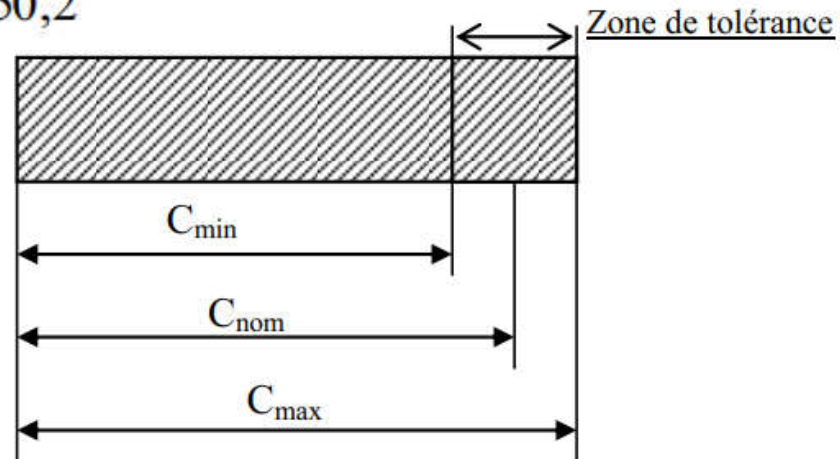
C_{nom} (cote nominale) est le dimension nominale

Exemple:

- $\phi 50^{+0,2}$:

Ecart supérieur : $ES = +0,8$; $C_{\max} = 50 + 0,8 = 50,8$

Ecart inférieur : $EI = +0,2$; $C_{\min} = 50 + 0,2 = 50,2$



Ajustements avec jeu

$$\text{Jeu maxi} = C_{\max} (\text{alésage}) - C_{\min} (\text{arbre}) = (C_n + ES) - (C_n + ei) = ES - ei$$

$$\text{Jeu mini} = C_{\min} (\text{alésage}) - C_{\max} (\text{arbre}) = (C_n + EI) - (C_n + es) = EI - es$$

Ajustements avec serrage

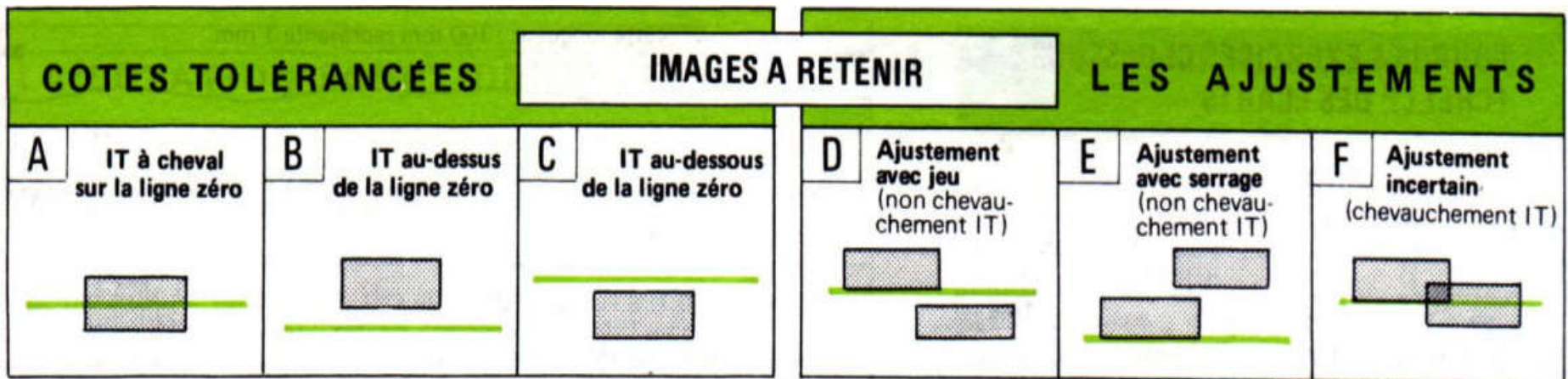
$$\text{Serrage maxi} = d_{\max} (\text{arbre}) - C_{\min} (\text{alésage}) = (C_n + es) - (C_n + EI) = es - EI$$

$$\text{Serrage min} = C_{\min} (\text{arbre}) - C_{\max} (\text{alésage}) = (C_n + ei) - (C_n + ES) = ei - ES$$

Ajustements

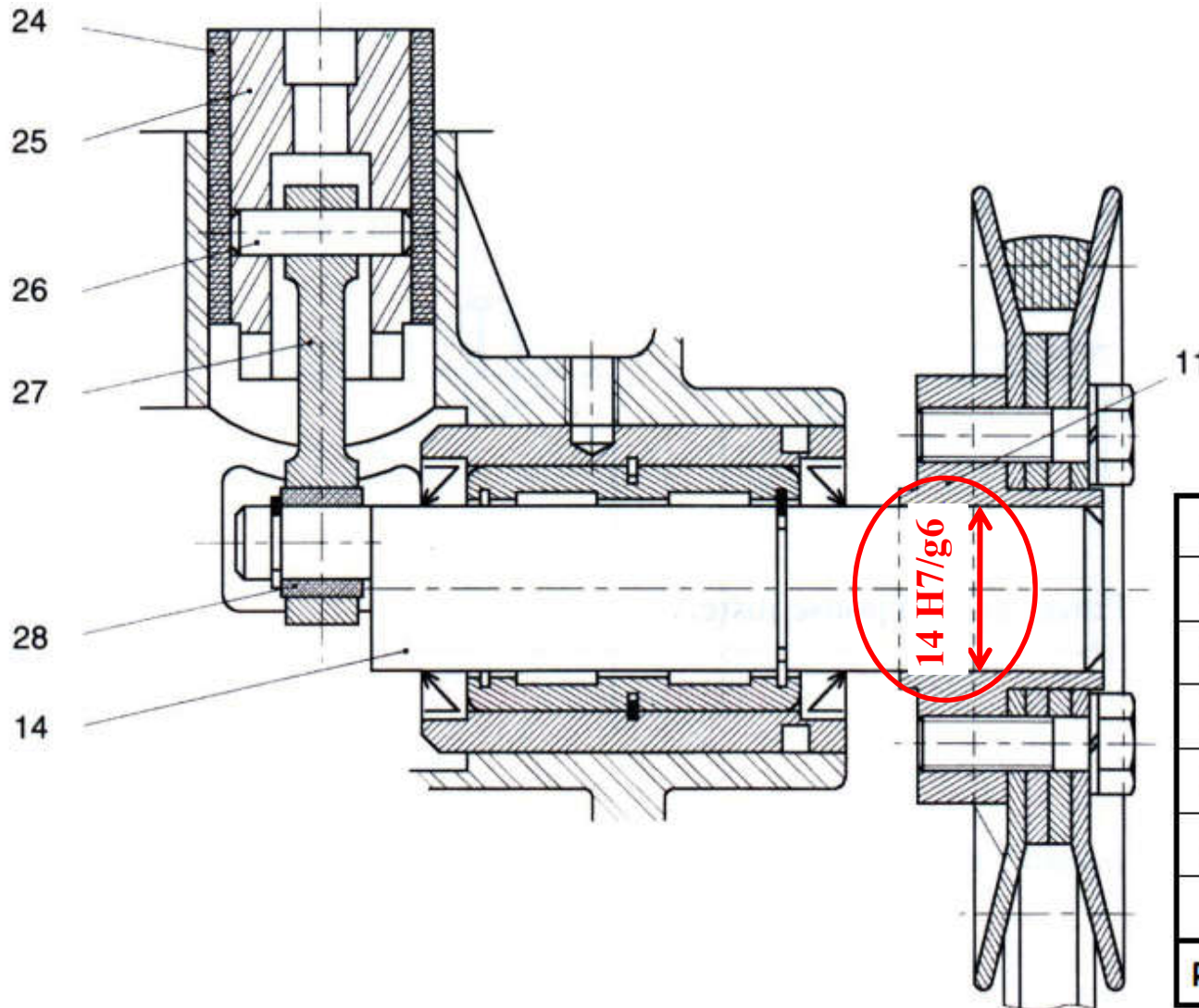
$$\text{Serrage maxi} = es - EI$$

$$\text{Jeu maxi} = ES - ei$$



Exercice Corrigé

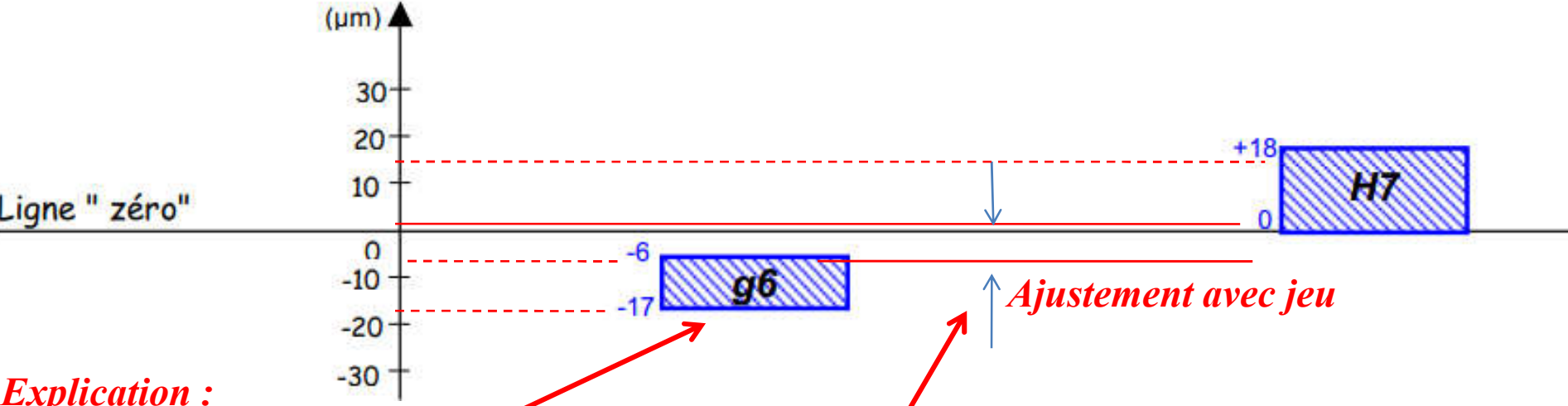
On donne : Une vue partielle en coupe de la pompe à vide.



28	1	Bague de bielle
27	1	Bielle
26	1	Axe de bielle
25	1	Piston
24	1	Revêtement du piston
14	1	Arbre de pompe
11	1	Poulie
Rep.	Nbr.	Désignation

On demande :

1-Positionner les IT par rapport à la ligne « zéro » :



Explication :

Vous dessinez juste des rectangles avec les écarts ES, EI, es, ei obtenus à partir les tableau des principaux écarts.

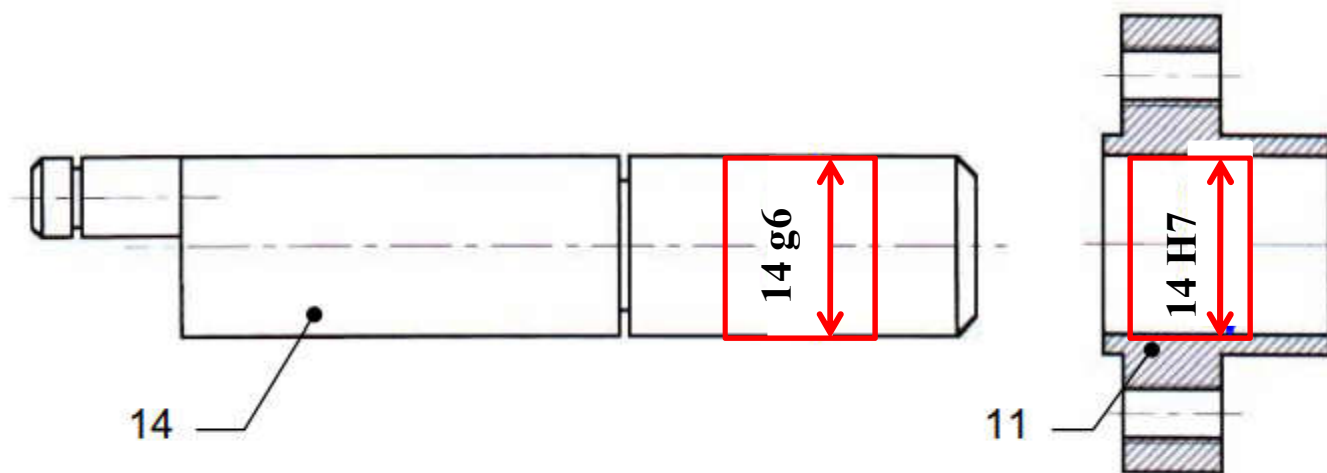
2. Donner la nature de l'ajustement nécessaire (avec jeu, avec serrage ou incertain) : *Avec jeu (ou libre)*

Explication :

D'après la question 1, on voit que la position de l'alésage est au-dessus de l'arbre, donc il ya un jeu entre eux.

<p>D</p> <p>Ajustement avec jeu (non chevauchement IT)</p>	<p>E</p> <p>Ajustement avec serrage (non chevauchement IT)</p>	<p>F</p> <p>Ajustement incertain (chevauchement IT)</p>
--	--	---

3. Reporter les cotes tolérancées sur les vues de l'arbre (14) et de la poulie (11) issues de cet ajustement :



3. Compléter le tableau :

A l'aide du tableau des écarts donnés en micromètre, compléter le tableau ci-dessous :

	ARBRE	ALESAGE: poulie
Cote (mm)	14 g6	14 H7
Ecart supérieur (mm)	es = -0,006	ES = 0,018
Ecart Inférieur (mm)	ei = -0,017	EI = 0
IT (mm)	0,011	0,018
Cote Maxi. (mm)	arbre Maxi = 13,994	Alésage Maxi = 14,018
Cote mini (mm)	arbre mini = 13,983	Alésage mini = 14

Intervalle de tolérance IT:

$$IT (\text{arbre}) = es - ei = -0.006 - (-0.017) = 0.011 \text{ mm}$$

Cote Maxi et Mini:

$$\text{Cote Maxi (arbre)} = 14 + (-0.006) = 13.994 \text{ mm}$$

$$\text{Cote Mini (arbre)} = 14 + (-0.017) = 13.983 \text{ mm}$$

$$IT (\text{alésage}) = ES - EI = 0.018 - 0 = 0.018 \text{ mm}$$

$$\text{Cote Maxi (alésage)} = 14 + 0.018 = 14.018 \text{ mm}$$

$$\text{Cote Mini (alésage)} = 14 + 0 = 14 \text{ mm}$$

Explication du tableau:

	ARBRE	ALESAGE: poulie
Cote (mm)	14 g6	14 H7
Ecart supérieur (mm)	es = -0,006	ES = 0,018
Ecart Inférieur (mm)	ei = -0,017	EI = 0
IT (mm)	0,011	0,018
Cote Maxi. (mm)	arbre Maxi = 13,994	Alésage Maxi = 14,018
Cote mini (mm)	arbre mini = 13,983	Alésage mini = 14

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
g6	- 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

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
H7	+ 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

Explication: D'après le tableau des écarts ,on constate que le diamètre nominale **14mm** est entre l'intervalle **[10 à 18]** donc, vous trouvez facilement les valeurs de ES,EI, es,ei dans ce tableau.

4. Calculer :

$$\text{Jeu Maxi} = \text{Alésage Maxi} - \text{arbre mini} = 0,035 \text{ mm } (>0)$$

$$\text{Jeu mini} = \text{Alésage mini} - \text{arbre maxi} = 0,006 \text{ mm } (>0)$$

Pour vérifier votre travail :

$$IT_{\text{jeu}} = \text{Jeu Maxi} - \text{Jeu mini} = 0,035 - 0,006 = 0,029 \text{ mm}$$

$$IT : IT_{\text{jeu}} = IT_{\text{arbre}} + IT_{\text{alésage}} = 0,011 + 0,018 = 0,029 \text{ mm}$$

Explication des résultats:

$$\text{Jeu maxi} = C_{\text{max}} (\text{alésage}) - C_{\text{min}} (\text{arbre}) = (C_n + ES) - (C_n + ei) = ES - ei = 0.018 - (-0.017) = 0.035 \text{ mm}$$

$$\text{Jeu mini} = C_{\text{min}} (\text{alésage}) - C_{\text{max}} (\text{arbre}) = (C_n + EI) - (C_n + es) = EI - es = 0 - (-0.006) = 0.006 \text{ mm}$$