

Chapitre 5 : Cotation, tolérance et ajustement

I. COTATION :

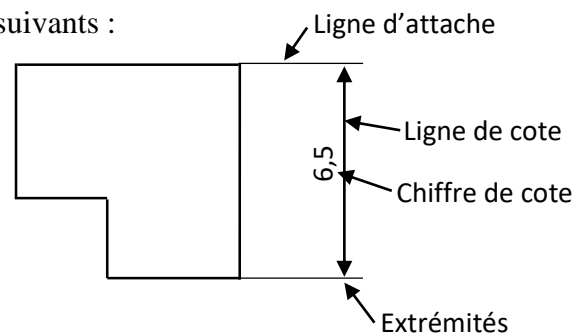
I.1. Principes généraux :

I.1.1. Composition d'une cote :

Pour qu'une pièce soit usiné et fabriqué à partir d'un dessin il faut à la fois une description géométrique complète et précise et une description claire des dimensions essentielles ; c'est le rôle de la cotation.

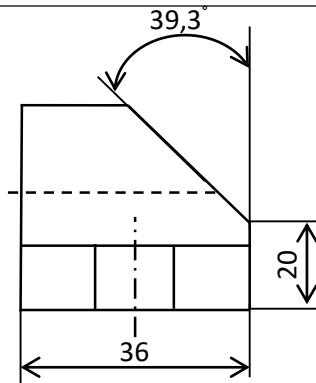
Une cote se compose des quatre éléments principaux suivants :

- ✓ Une ligne de cote.
- ✓ Les lignes d'attache.
- ✓ Les flèches ou extrémités.
- ✓ La valeur de la cote ou dimension.



- **Ligne de cote** : elle est parallèle au sagement à coter et distante de celui-ci d'au moins de 5 mm, elle est tracée en trait continu fin. Une ligne de cote ne doit jamais être coupée par une autre ligne. Si un élément est représenté en vue interrompue, les lignes de cote le concernant ne sont pas interrompues.
- **Lignes d'attaches** : perpendiculaires au segment à coter et dépassant légèrement la ligne de cote, elles sont tracées en trait continu fin. Les lignes d'attache peuvent se couper entre elles. Les lignes d'attache doivent être tracées perpendiculairement à l'élément à coter ; toutefois, en cas d nécessité, elles peuvent être tracées obliquement mais parallèles entre elles.
- **Les Flèches** : Les flèches sont situées aux extrémités de la ligne et elles sont formées de deux branches ayant une ouverture de 30°.
- **La valeur de la cote ou dimension** : La valeur de la cote est exprimée en mm ou en °. Elle ne doit jamais être coupée par une ligne du dessin.

Elle est située :



- ✓ Au milieu et à gauche d'une ligne de cote verticale (de droite vers la gauche).
- ✓ Au milieu et Au-dessus d'une ligne de cote horizontale (du bas vers le haut).
- ✓ Les valeurs des cotes sont les dimensions réelles de la pièce, quelque soit l'échelle du dessin.

Écriture des valeurs : Les valeurs des cotes

doivent assurer une bonne visibilité.

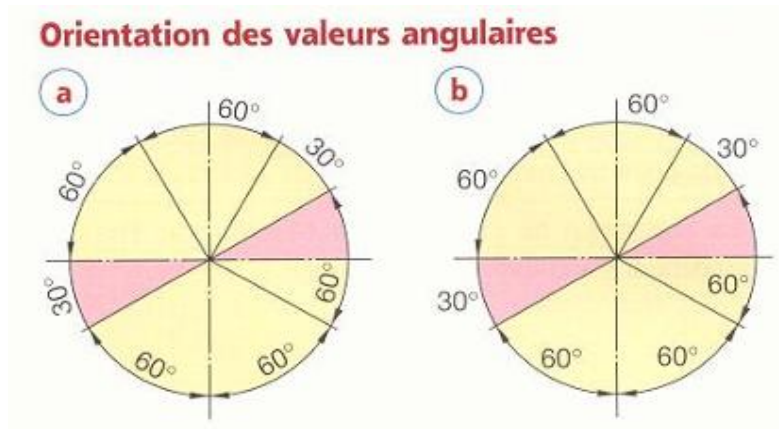
| | | | | |
|----------|-----|-------|-------|--------|
| 2,645 | 823 | - | 1,912 | 321 |
| 30° | - | 60,5° | - | 45°30' |
| | | | | + 0,5 |
| 57 ± 0,5 | - | 125 | - | 1 |
| | | | | H8 |
| 20 H8 | - | | | 40 e8 |

I.1.2. Méthode générale de cotation :

Les valeurs sont inscrites pour être lues depuis le bas ou depuis la droite du dessin.

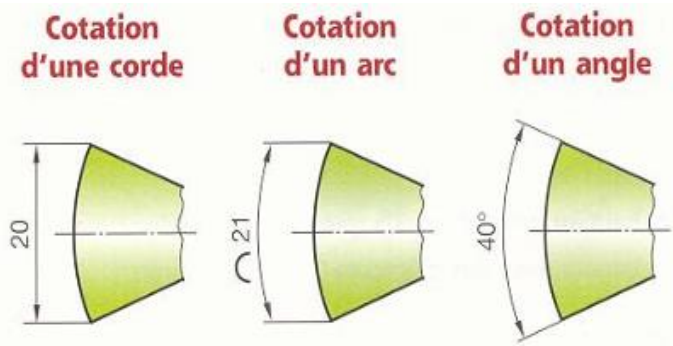
a) Cotation des angles :

Les valeurs angulaires doivent être inscrites suivant la figure. Eviter d'inscrire des valeurs angulaires à l'intérieure de la zone teintée en rouge.

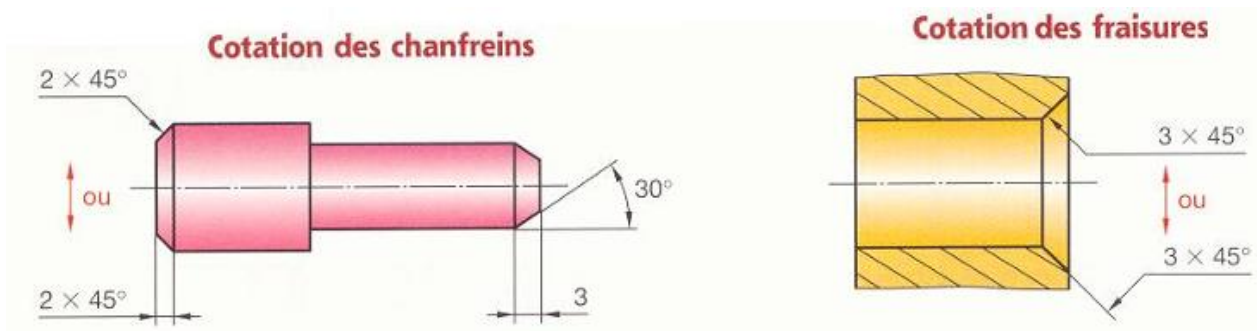


b) Cotation d'une corde, d'un arc et d'un angle.

La figure indique la cotation d'une corde, d'un arc, d'un angle. Pour un arc, la valeur de la longueur de l'arc est précédée d'un demi-cercle.



c) Cotation des chanfreins et des fraises:



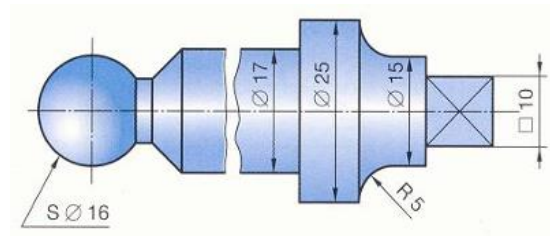
d) Cotation des diamètres :

| Cotation des diamètres (symbole \varnothing) | | | | |
|---|--|--|---------------|--|
| cas usuels préférables | | | cas possibles | |
| | | | | |

I.1.3. Dispositions particulières :

I.1.3.1 Symboles normalisés :

| Élément à coter | Symbole |
|--------------------|-----------------|
| Diamètre | \varnothing |
| Rayon | R |
| Surplat d'un carré | \square |
| Rayon de sphère | SR |
| Diamètre de sphère | S \varnothing |
| Longueur de l'arc | \frown |
| Épaisseur | t |

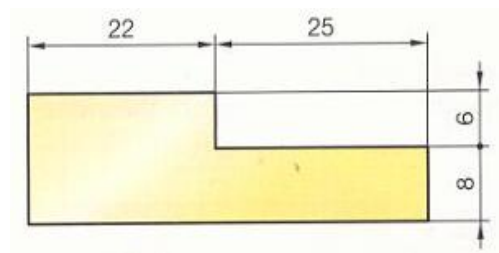


I.1.4. Modes de cotation :

Après un choix raisonné des éléments à coter, la disposition des cotes sur un dessin résulte généralement de l'emploi de divers modes de cotation.

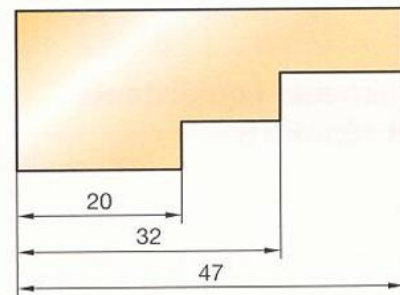
I.1.4.1 Cotation en série :

Ce mode de cotation consiste à tracer plusieurs cotes sur une même ligne. Les cotes se suivent sans se chevaucher.



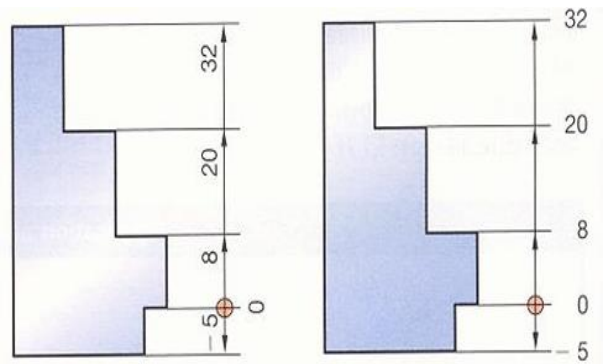
I.1.4.2 Cotation en parallèle :

Les cotes sont disposées sur des lignes parallèles et elles partent d'une ligne d'attache commune.



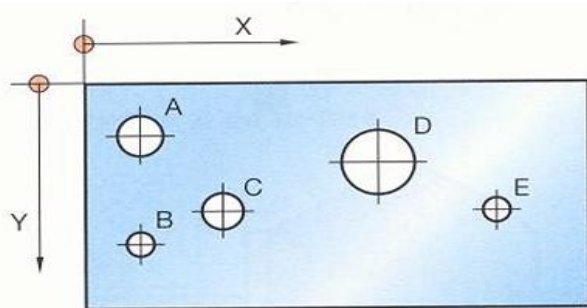
I.1.4.3 Cotation à cotes superposées

Elle est utilisée pour gagner de la place quand le nombre de cotes en parallèle est important. Toutes les cotes sont disposées sur une même ligne et elles partent de la même origine.



I.1.4.4 Cotation en coordonnées cartésiennes

Ce mode de cotation est utilisé essentiellement pour les dessins de fabrication. Le point zéro de référence peut se trouver sur l'intersection de deux cotes de la pièce ou sur tout autre élément, par exemple l'axe d'un alésage. Les cotes sont regroupées dans un tableau hors du tracé, le dessin s'en trouve moins chargé et donc plus lisible.



| | A | B | C | D | E |
|---|---|----|----|----|----|
| Ø | 5 | 3 | 5 | 8 | 3 |
| X | 6 | 6 | 15 | 32 | 45 |
| Y | 6 | 20 | 16 | 10 | 16 |

II. TOLÉRANCE ET AJUSTEMENTS:

II.1 Tolérance :

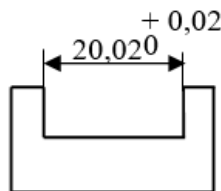
II.1.1. Définition d'une Tolérance :

II.1.2. Notion tolérances :

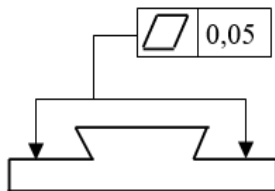
L'imprécision inévitable des procédés d'usinage fait qu'une pièce ne peut pas être réalisée de façon rigoureusement conforme aux dimensions fixées au préalable. Il a donc fallu tolérer que la dimension effectivement réalisée soit comprise entre deux dimensions limites, compatibles avec un fonctionnement correct de la pièce. La différence entre ces deux dimensions constitue la tolérance.

Exemple :

➤ Tolérances dimensionnelles :



➤ Tolérance géométrique :



II.2.2. Nécessité des tolérances :

Compte tenu du processus de fabrication choisi et des machines utilisées, une cote réelle mesurant l'une des dimensions d'un objet ne peut être exactement la même que celle (cote nominale).

S'il faut fabriquer une série d'objets identiques, il est impossible à une même forme d'avoir toujours exactement la même dimension d'un objet à l'autre.

Une cote imposée sera plus facile à réaliser si elle peut varier entre deux valeurs limites : une cote maximale (**C Maxi**) et une cote minimale (**C Mini**). La différence entre les deux s'appelle intervalle de tolérance (**IT**).

➤ **Tolérances chiffrées :**

Inscrire, à la suite de dimension nominale, les valeurs des écarts supérieur et inférieur. Ces valeurs sont déplacées l'une au-dessous de l'autre. Celle correspondant à la limite supérieure étant inscrite la première.

Donner les valeurs des écarts, avec leur signe, dans la même unité que la dimension nominale et mettre à l'un et l'autre le même nombre décimale (figure 1).

Dans le cas d'un écart nul, ne mettre ni signe ni décimale.



Figure 1 : Tolérances chiffrées.

➤ **Tolérances géométriques :**

Les tolérances géométriques (normes internationales : figure 2) permettent de corriger ces défauts et précisent les variations permises. Elles sont toujours restrictives par rapport aux tolérances dimensionnelles. Leur emploi ne doit pas être systématique. Un excès de spécifications amène un surcoût inutile. Les tolérances retenues doivent rester aussi larges que possible.

➤ **Emplacement des symboles :**

La référence est identifiée par une lettre majuscule. Si le cadre de référence peut être relié directement à la référence, la lettre majuscule peut être supprimée.

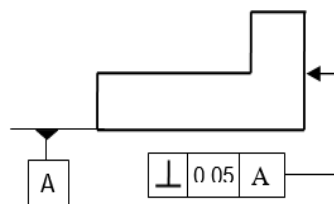


Figure 2 : tolérances géométriques.

Différents symboles :

| Les tolérances géométrique –ISO 1101 | | |
|--------------------------------------|---------------|------------------|
| Type de tolérance | Symbole (ISO) | Cas |
| Tolérances de formes | | Planéité |
| | | Cylindricité |
| Tolérances de positions | | Coaxialité |
| | | Symétrie |
| | | Localisation |
| Tolérances d'orientations | | Perpendicularité |
| | | Parallélisme |
| | | Inclinaison |

II.2. Ajustements :

Un ajustement est constitué par l'assemblage de deux pièces de même dimension nominale. Il est désigné par cette dimension nominale suivie des symboles correspondant à chaque pièce, en commençant par l'alésage.

La position relative des tolérances détermine :

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

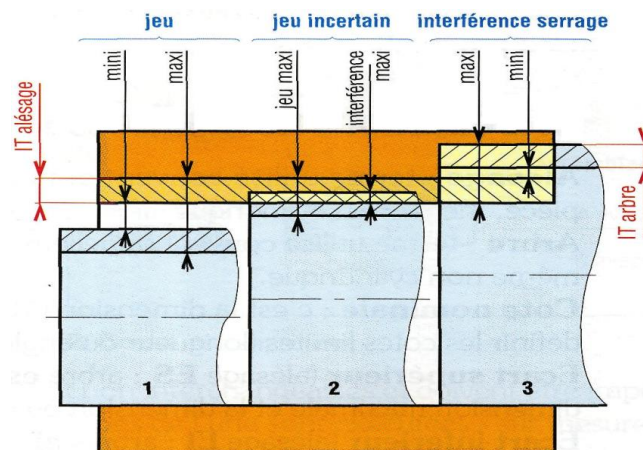


Figure 3 : Types d'ajustements.

Définitions normalisées ISO :

Cote nominale : définit la ligne zéro ou ligne d'écart nul.

Écart supérieur : «**ES**» pour un alésage; «**es**» pour un arbre.

Écart inférieur : «**EI**» pour un alésage; «**ei**» pour un arbre.

Les écarts sont positifs au-dessus de la ligne zéro ; ils sont négative au-dessous.

Cote maxi : cote admissible la plus grande.

Cote mini : cote admissible la plus petite.

Intervalle de tolérance (IT) : différence entre la dimension maximale et la dimension minimale ou entre l'écart supérieur et l'écart inférieur (valeur absolue sans signe).

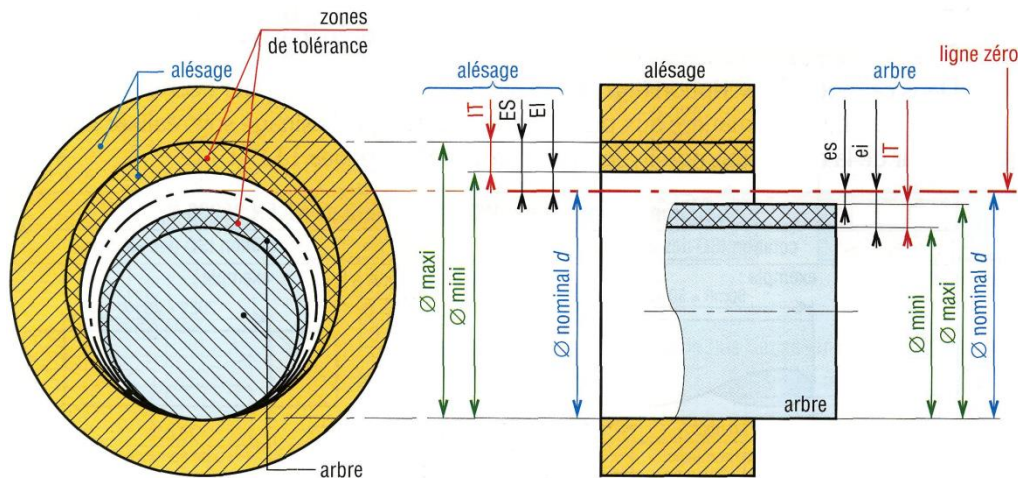


Figure 4 : Principe des ajustements normalisés ISO.

Alésage :

$$\text{Écart Supérieur ES} = \text{Ø max} - \text{Ø nominal}$$

$$\text{Écart Inférieur EI} = \text{Ø mini} - \text{Ø nominal}$$

$$\text{Intervalle de Tolérance IT} = \text{ES} - \text{EI}$$

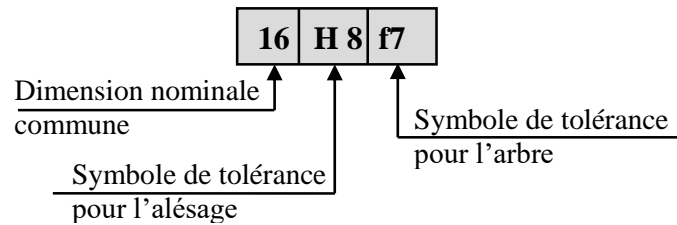
Arbre :

$$\text{écart supérieur es} = \text{Ø max} - \text{Ø nominal}$$

écart inférieur $e_i = \varnothing \text{ min} - \varnothing \text{ nominal}$

Intervalle de tolérance $i_t = e_s - e_i$

Pour un ajustement, les exigences fonctionnelles définies par le système ISO sont établies à partir du principe de l'enveloppe.



II.2.1. Types d'ajustements :

➤ Ajustement avec jeu :

Pour cet ajustement (voir figure 5) toute la zone de tolérance se trouve au dessus de celle de l'arbre et la cote effective de l'alésage est toujours supérieure à celle de l'arbre, c'est pourquoi l'arbre pénètre librement et sans résistance dans l'alésage.

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

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

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

$$TA = IT + i_t \text{ dans ce cas } TA = \text{Jeu maxi} - \text{Jeu mini}$$

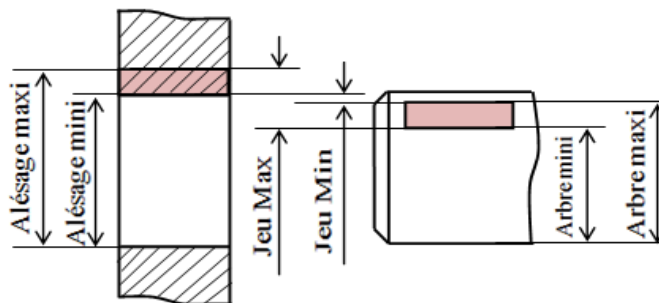


Figure 5 : Ajustement avec jeu.

- **Ajustement avec serrage :** Dans ce cas toute la zone de tolérance de l'alésage se trouve au dessous de celle de l'arbre (figure. 6). La cote réelle de l'alésage est inférieure à celle de l'arbre, c'est pourquoi pour effectuer un assemblage de ce type, il faut employer un procédé mécanique ou thermique ou une combinaison des deux.

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

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

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

$$T_A = IT + it = (E_S - E_I) + (e_s - e_i) = \text{Serrage maxi} - \text{Serrage min}$$

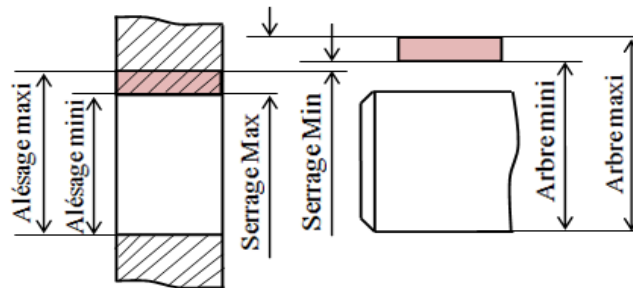


Figure 6: Ajustement avec serrage.

- **Ajustement incertain :** Pour l'ajustement incertain (figure 7) la zone de la tolérance de l'arbre couvre partiellement celle de l'alésage. L'ajustement obtenu sera soit un jeu soit un serrage. Les intervalles de tolérance se chevauchent.

$$\text{Serrage maxi} = e_s - E_I$$

$$\text{Jeu maxi} = E_S - e_i$$

$$T_A = IT + it = (E_S - E_I) + (e_s - e_i) = (E_S - e_i) + (e_s - E_I) = \text{Serrage maxi} - \text{Jeu maxi}.$$

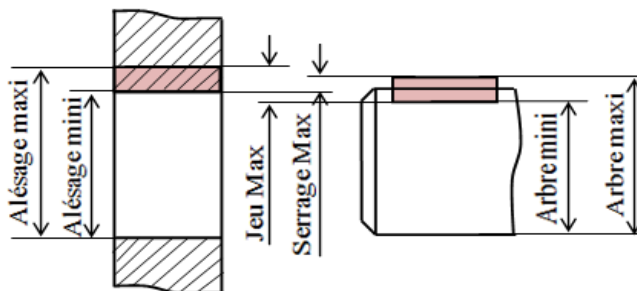


Figure 7 : Ajustement incertain.