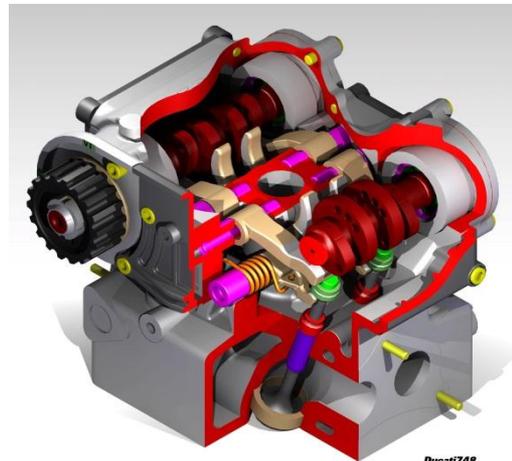




Université Internationale  
de Casablanca

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

# Dessin Industriel Dessin Assisté par Ordinateur (DAO)



Ducati748

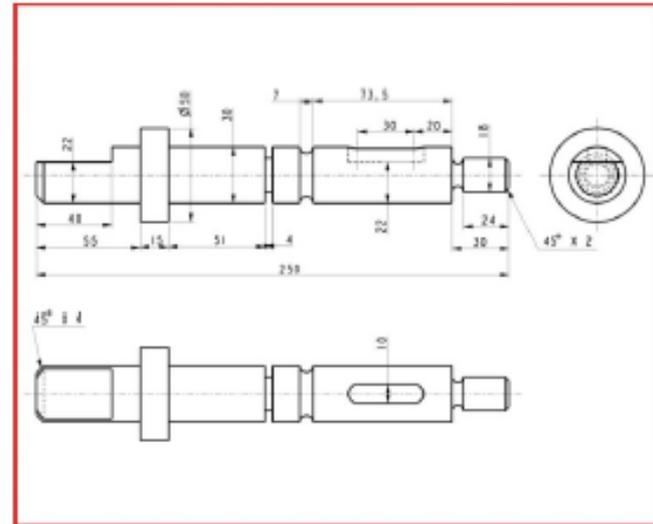
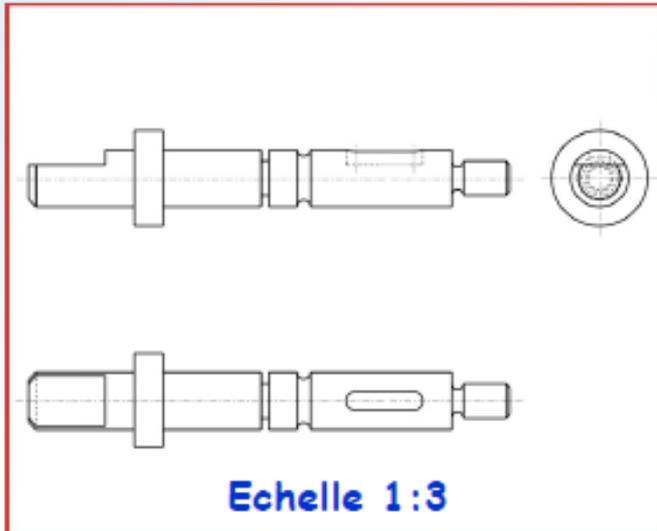
1. Cotation Dimensionnelle

2. Cotation Fonctionnelle, Tolérancement et ajustement

# 1. Cotation Dimensionnelle

## Introduction

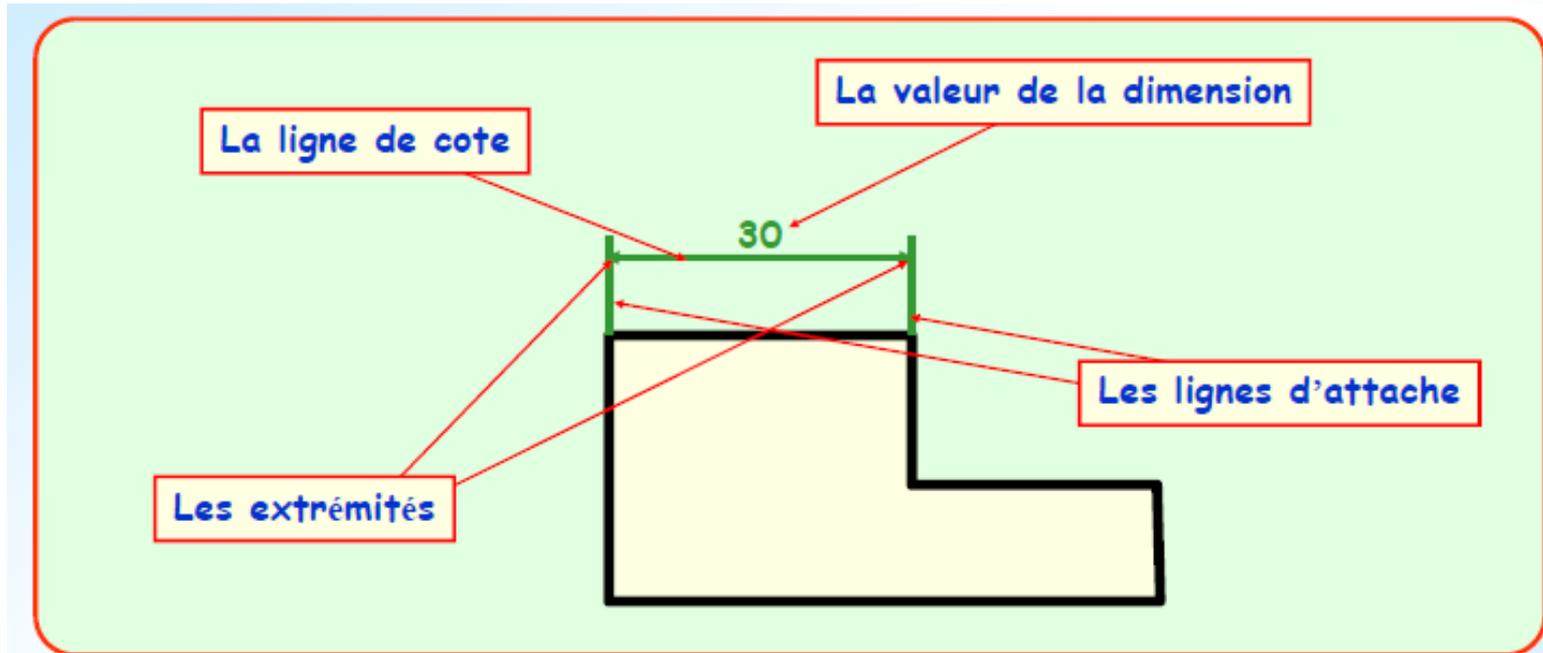
Le dessin de définition de produit fini est dessiné le plus précisément possible à une échelle donnée.



Néanmoins, pour éviter des mesures de dimensions fastidieuses et imprécises de la part du lecteur, du fabricant ou du métrologue, on indique sur le dessin toutes les dimensions linéaires et angulaires permettant de définir complètement et sans ambiguïté la pièce représentée : c'est la **cotation dimensionnelle**.

# 1. Cotation Dimensionnelle

## Éléments d'une cote

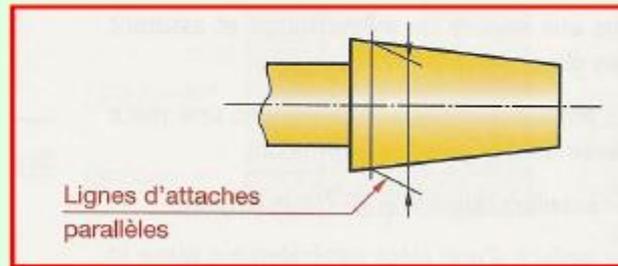


- Les lignes d'attache et les lignes de cote sont tracées en trait continu fin.
- La ligne de cote est tracée parallèlement à la dimension à coter.
- Les lignes d'attache doivent dépasser légèrement la ligne de cote.
- Les lignes d'attache sont parallèles entre elles.

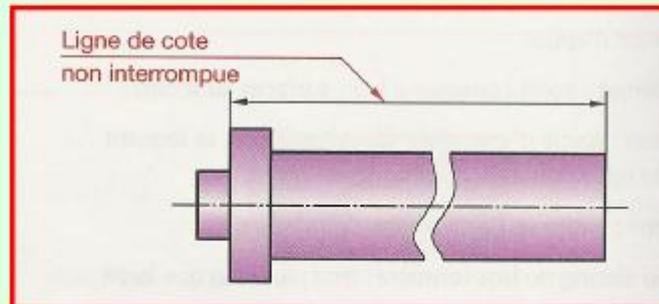
# 1. Cotation Dimensionnelle

## Inscription de valeurs

- Les lignes d'attache doivent être tracées perpendiculairement à l'élément à coter; toutefois, en cas de nécessité, elles peuvent être tracées obliquement mais parallèles entre elles



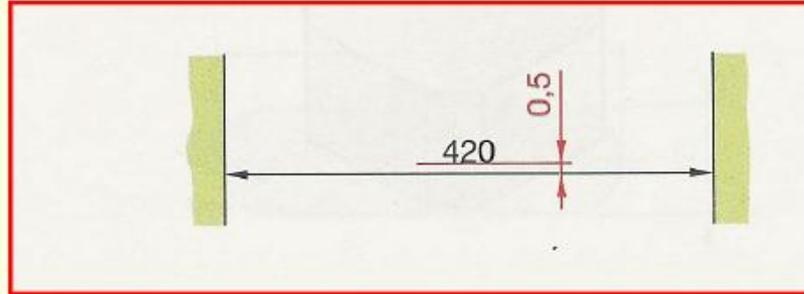
- Si un élément est représenté en vue interrompue, les lignes de cote le concernant ne sont pas interrompues



# 1. Cotation Dimensionnelle

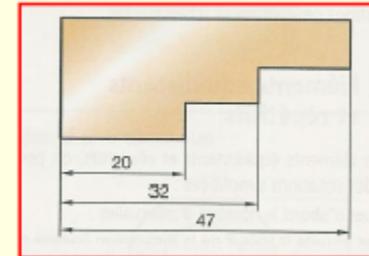
## Inscription de valeurs

- Toutes les valeurs des dimensions doivent être exprimées dans la même unité.



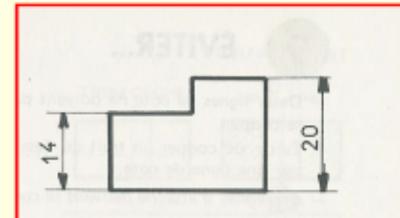
### Cote horizontale

- Le chiffre se place au-dessus de la ligne de cote, le pied du chiffre tourné vers la ligne de cote



### Cote verticale

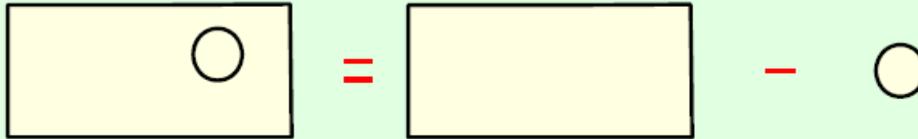
- Le chiffre se place à gauche de la ligne de cote, le pied du chiffre tourné vers la ligne de cote



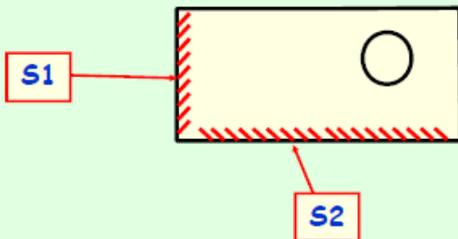
# 1. Cotation Dimensionnelle

Démarche  
de cotation

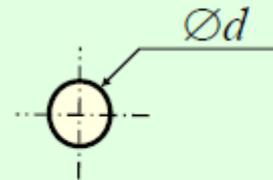
1- Décomposer la pièce en fonctions élémentaires  
(volumes élémentaires)



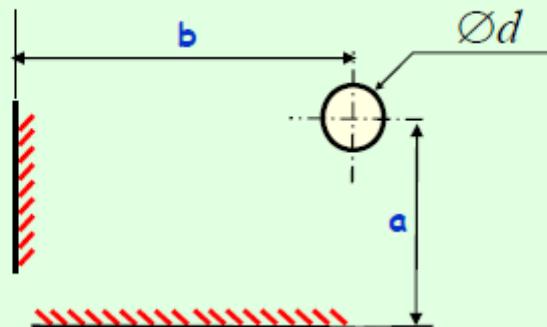
2- Choisir des surfaces fonctionnelles (ou plans)



3- Coter le volume élémentaire en forme

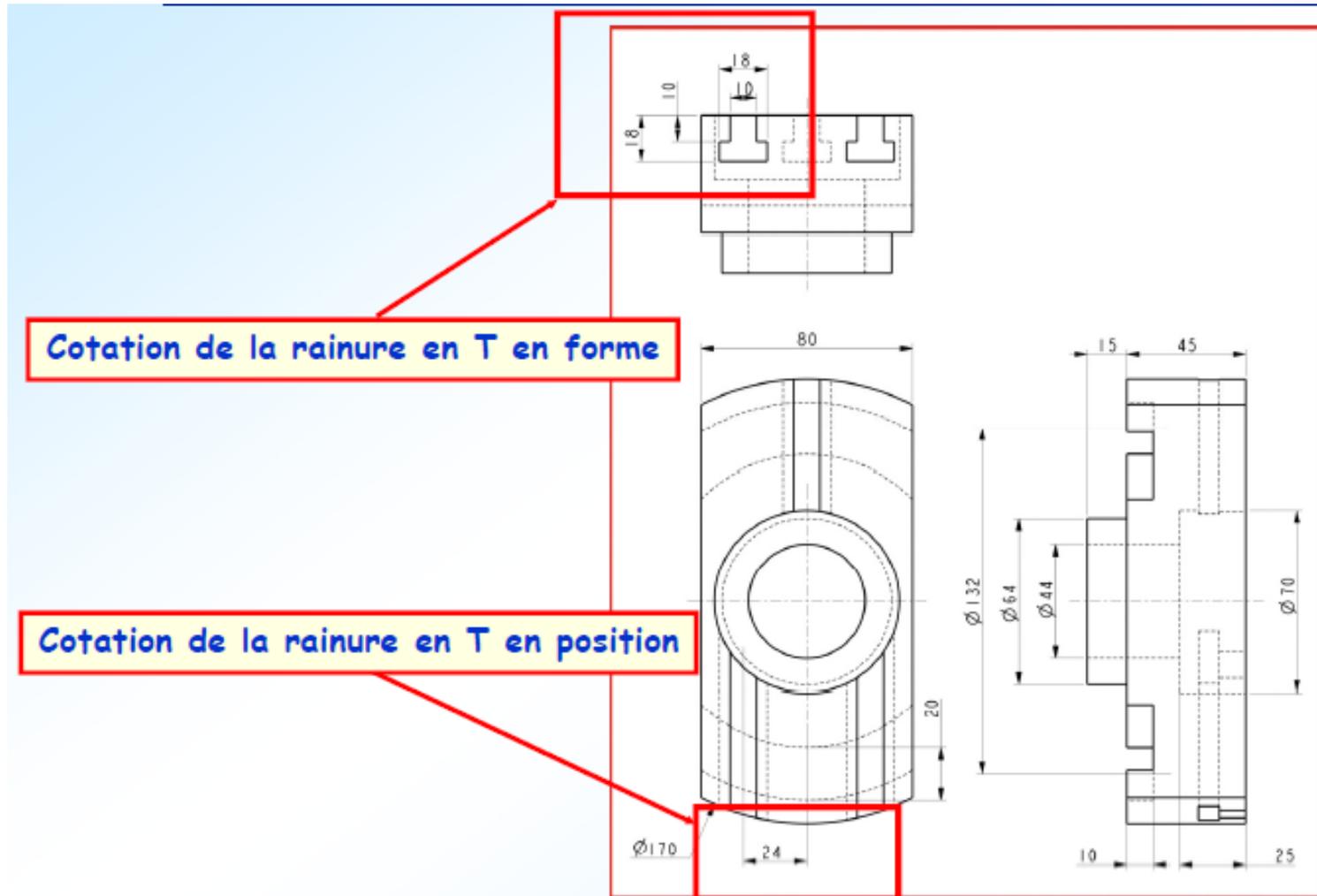


4- Coter le volume élémentaire en position



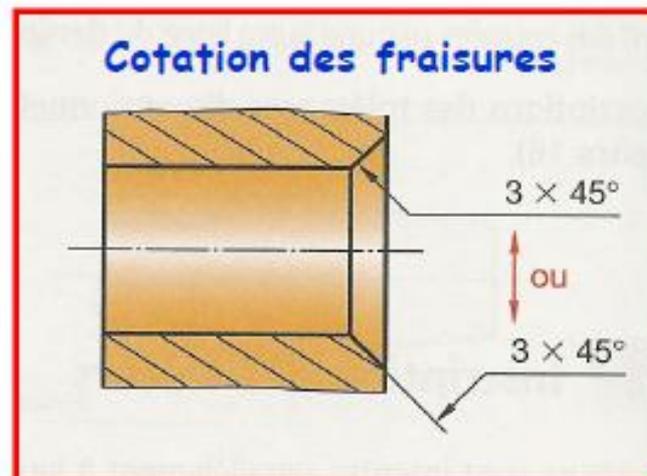
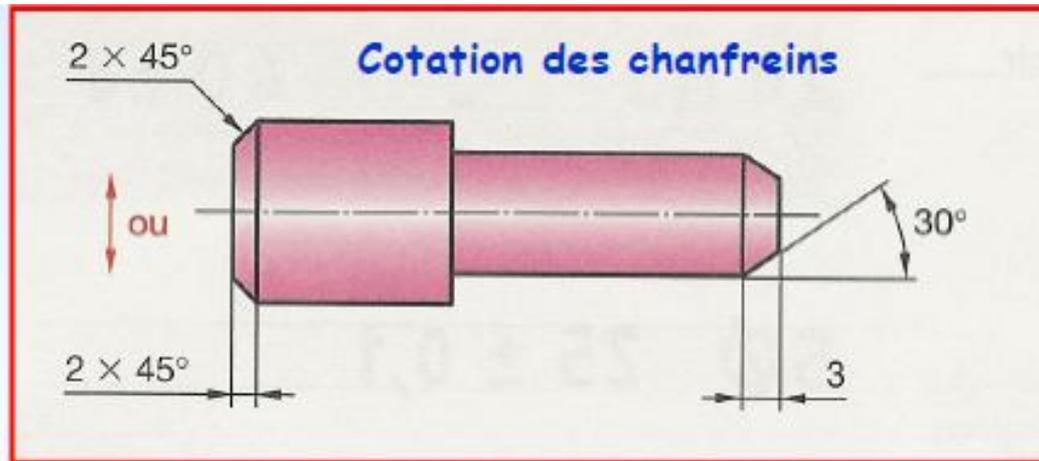
# 1. Cotation Dimensionnelle

## Démarche de cotation



# 1. Cotation Dimensionnelle

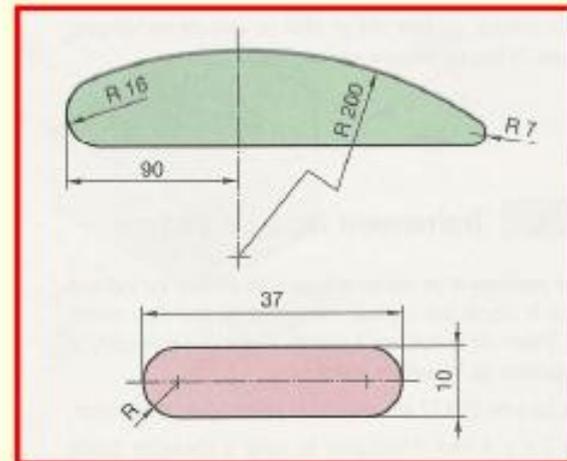
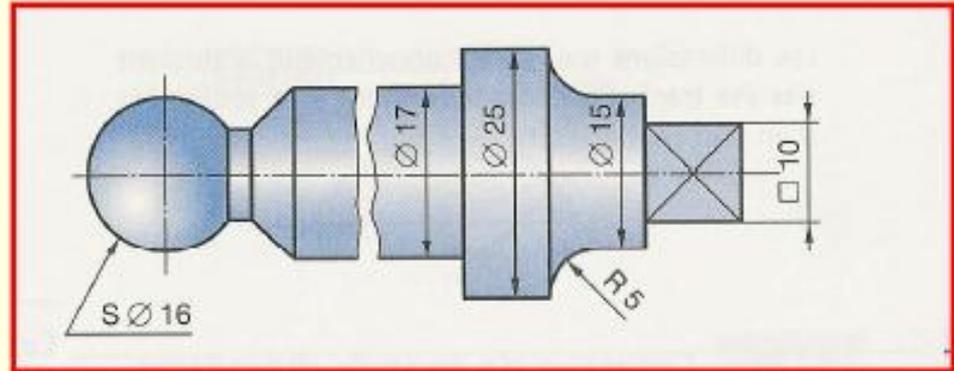
## Cotation formes coniques



# 1. Cotation Dimensionnelle

## Symboles normalisés

Élément à coter	Symbole
Diamètre	∅
Rayon	R
Surplat d'un carré	□
Rayon de sphère	SR
Diamètre de sphère	S∅
Longueur de l'arc	⌒
Épaisseur	t

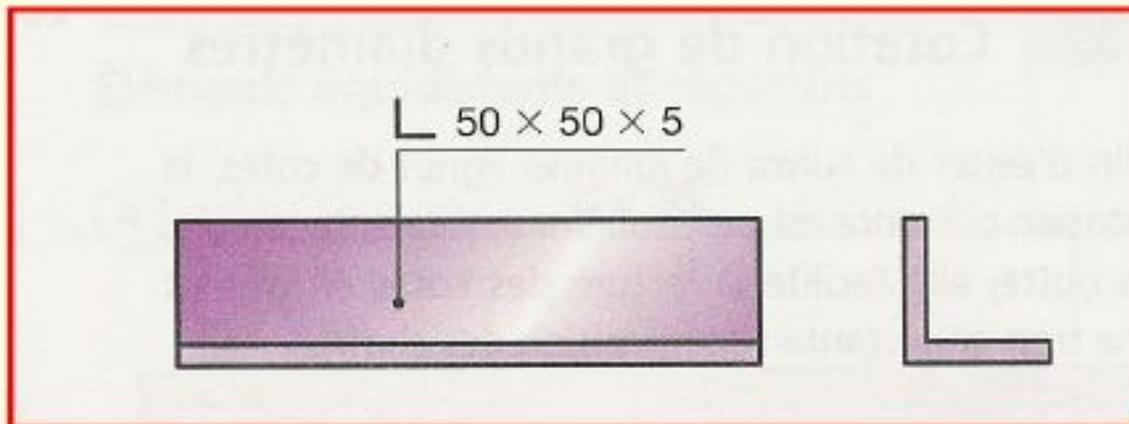


# 1. Cotation Dimensionnelle

## Symboles normalisés

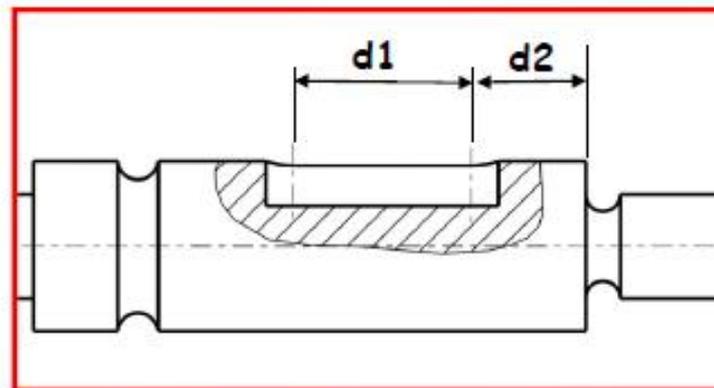
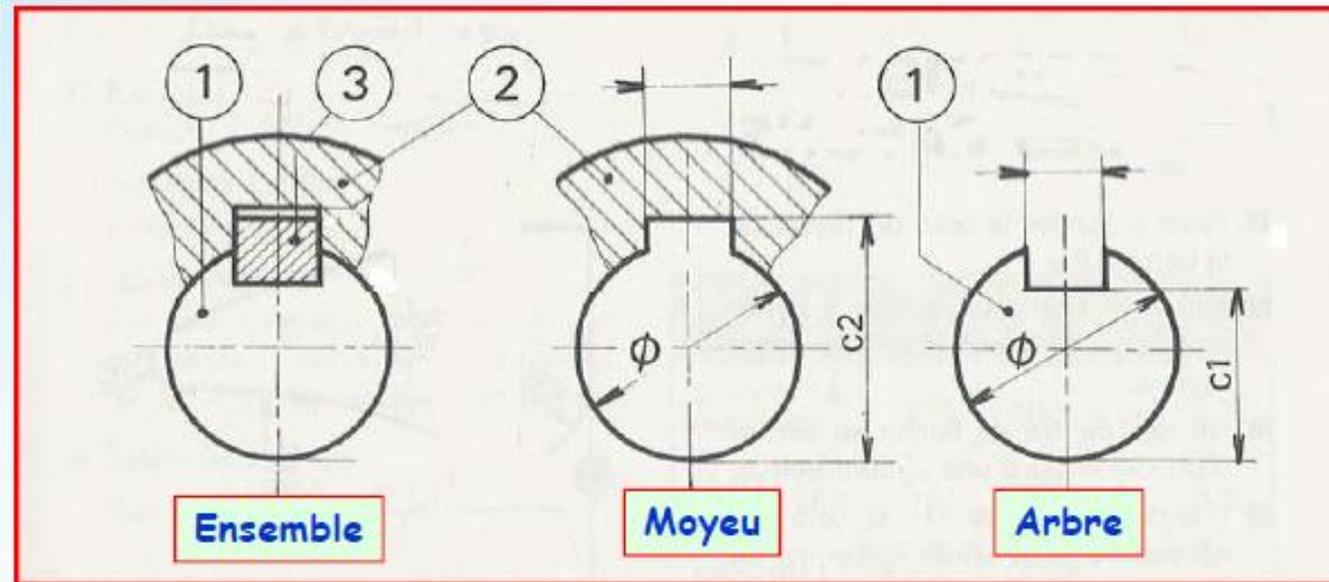
### Cotation des profilés

Profilé	Symbole	Profilé	Symbole
Rond	∅	en U	C
Carré	□	en I	I
Plat	▭	en T	T
Cornière	L	en Z	Z



# 1. Cotation Dimensionnelle

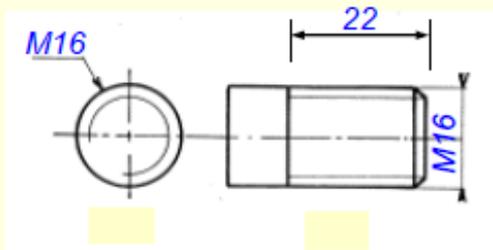
## Cotation des clavettes



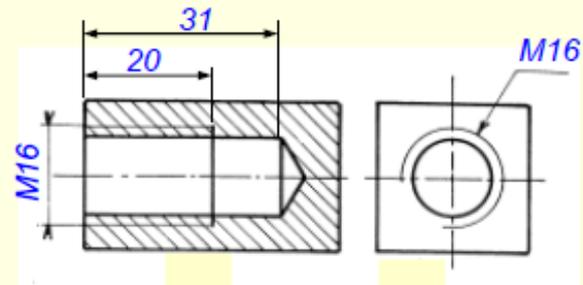
# 1. Cotation Dimensionnelle

## Cotation de filetage, taraudage et grands diamètres

### Filetage

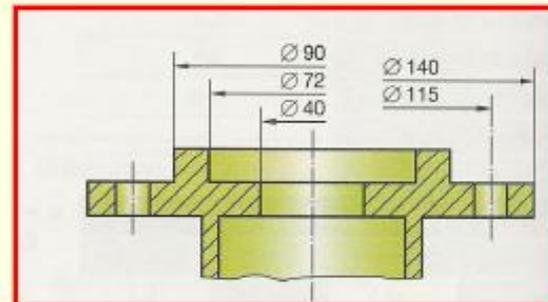


### Taraudage



### Cotation de grands diamètres

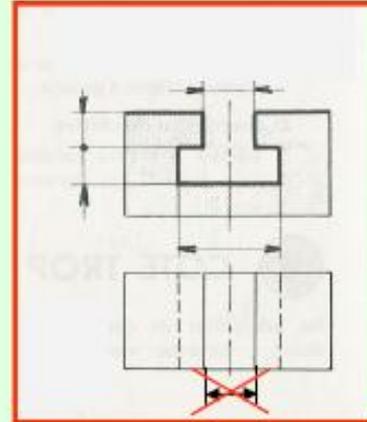
Éviter de suivre de longues lignes de cotes,



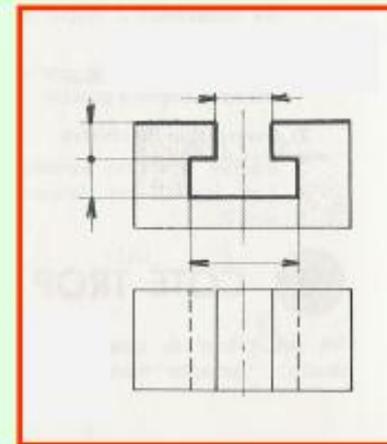
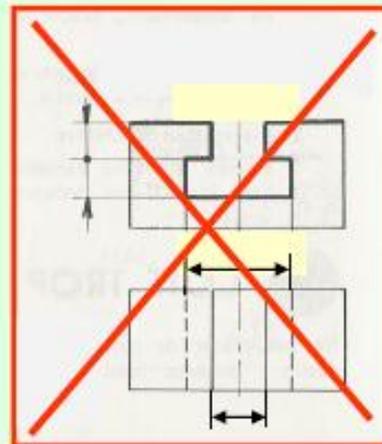
# 1. Cotation Dimensionnelle

## Règles pratiques pour la réalisation graphique de la cotation

- Il ne faut jamais répéter les cotes d'un détail



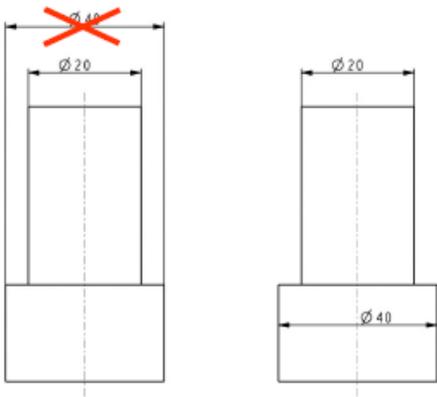
Il faut grouper les cotes d'un détail sur la vue définissant le mieux ce détail (vue caractéristique)



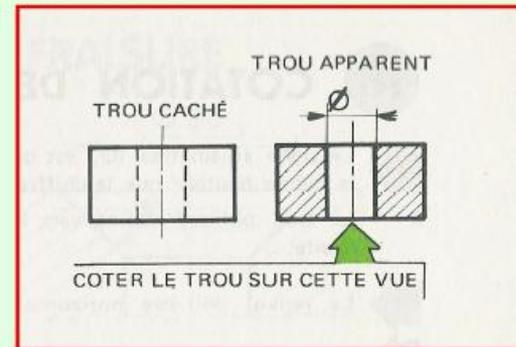
# 1. Cotation Dimensionnelle

## Règles pratiques pour la réalisation graphique de la cotation

Il faut sortir les cotes du dessin sauf celles nécessitant de grandes lignes d'attache



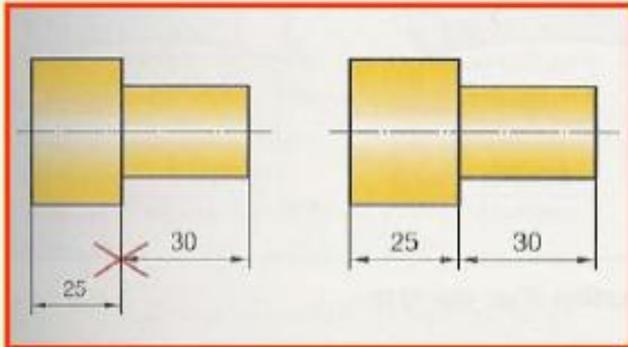
Pour coter un détail, choisir l'endroit du dessin où ce détail est apparent.



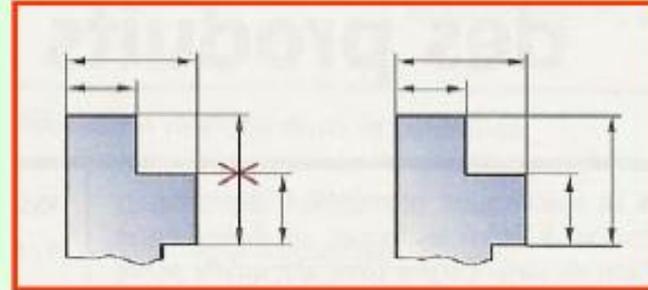
Éviter de coter sur des traits interrompus (lignes cachées)

# 1. Cotation Dimensionnelle

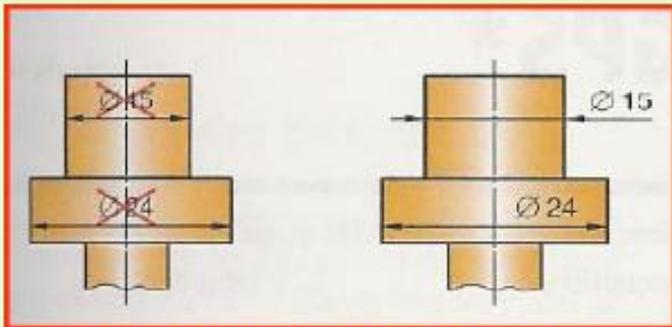
## Règles pratiques pour la réalisation graphique de la cotation



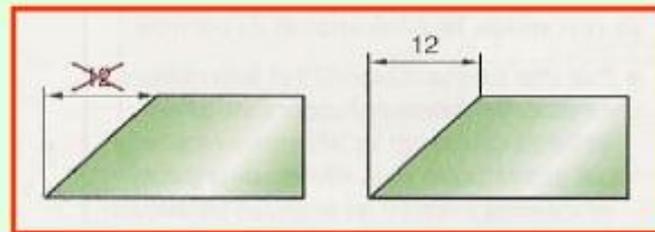
- Dans la mesure du possible, aligner les lignes de cotes



- Une ligne de cote ne doit pas être coupée par une autre ligne
- Les lignes d'attache peuvent se couper entre elles
- Placer près du dessin la cote la plus courte



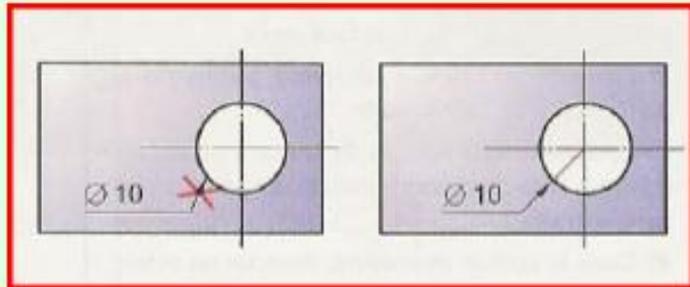
- Les cotes ne doivent jamais être coupées par une ligne (ligne de cote, trait d'axe, ...)



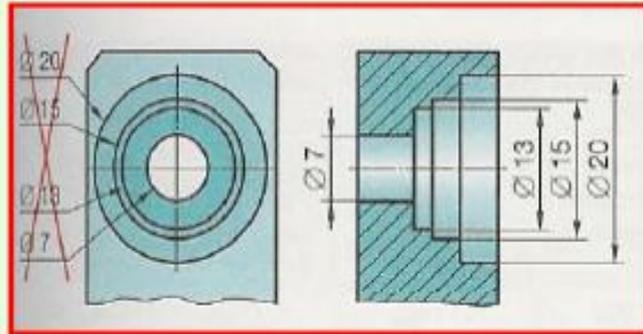
- On ne doit jamais aligner une ligne de cote et une ligne de dessin

# 1. Cotation Dimensionnelle

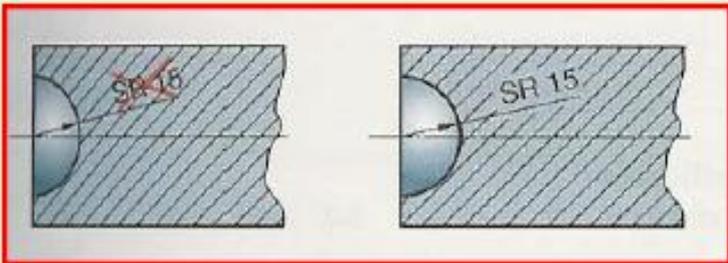
## Règles pratiques pour la réalisation graphique de la cotation



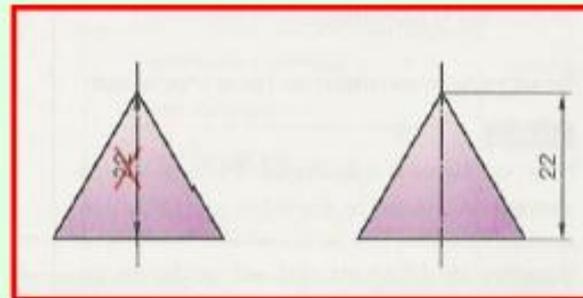
Le prolongement de la ligne cotant le  $\varnothing 10$  doit passer par le centre du cercle



Coter de préférence les cylindres dans la vue où leur projection est rectangulaire



Interrompre les hachures pour garder toute la lisibilité de la valeur de la cote

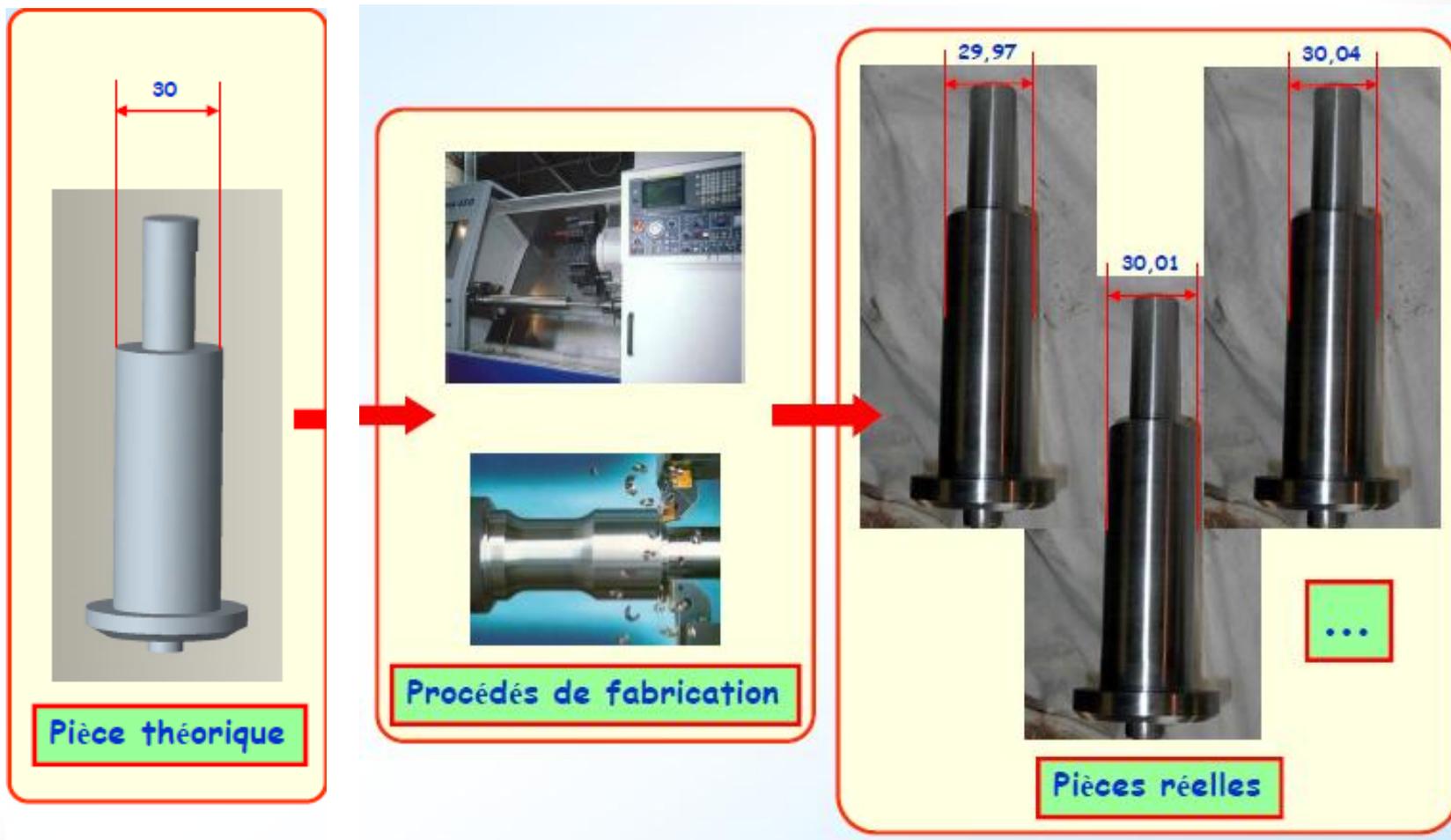


On ne doit jamais utiliser un axe comme ligne de cote

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

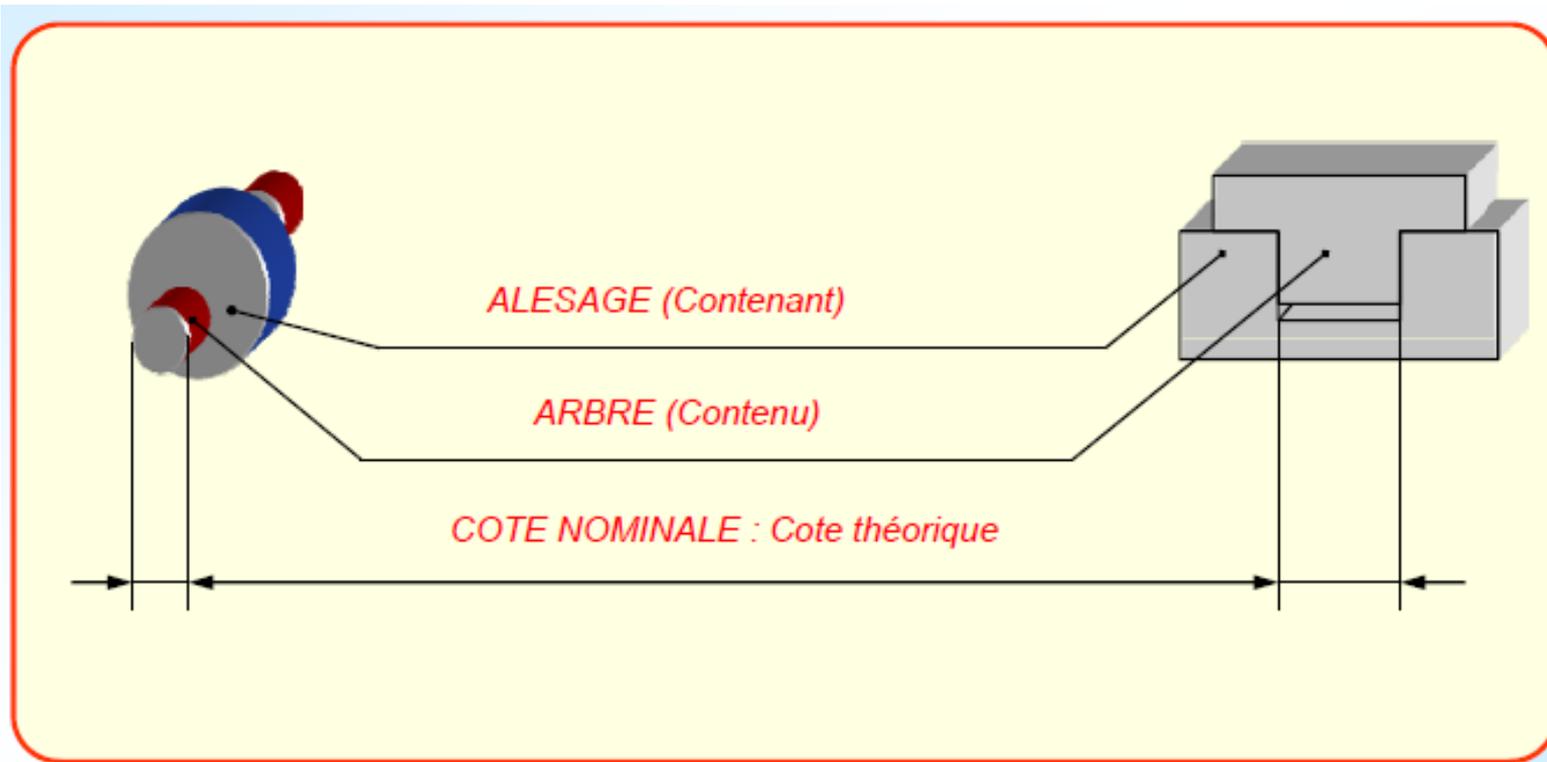
## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Théorie et pratique



## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

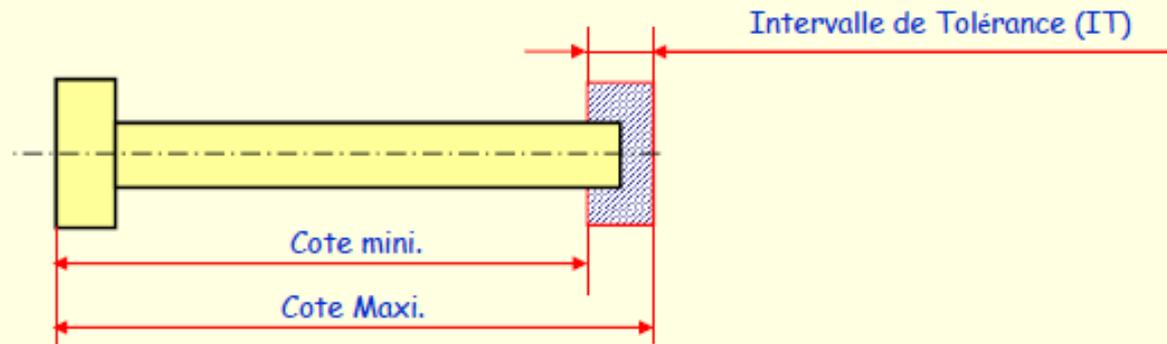
### Définitions: Arbre et alésage



## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

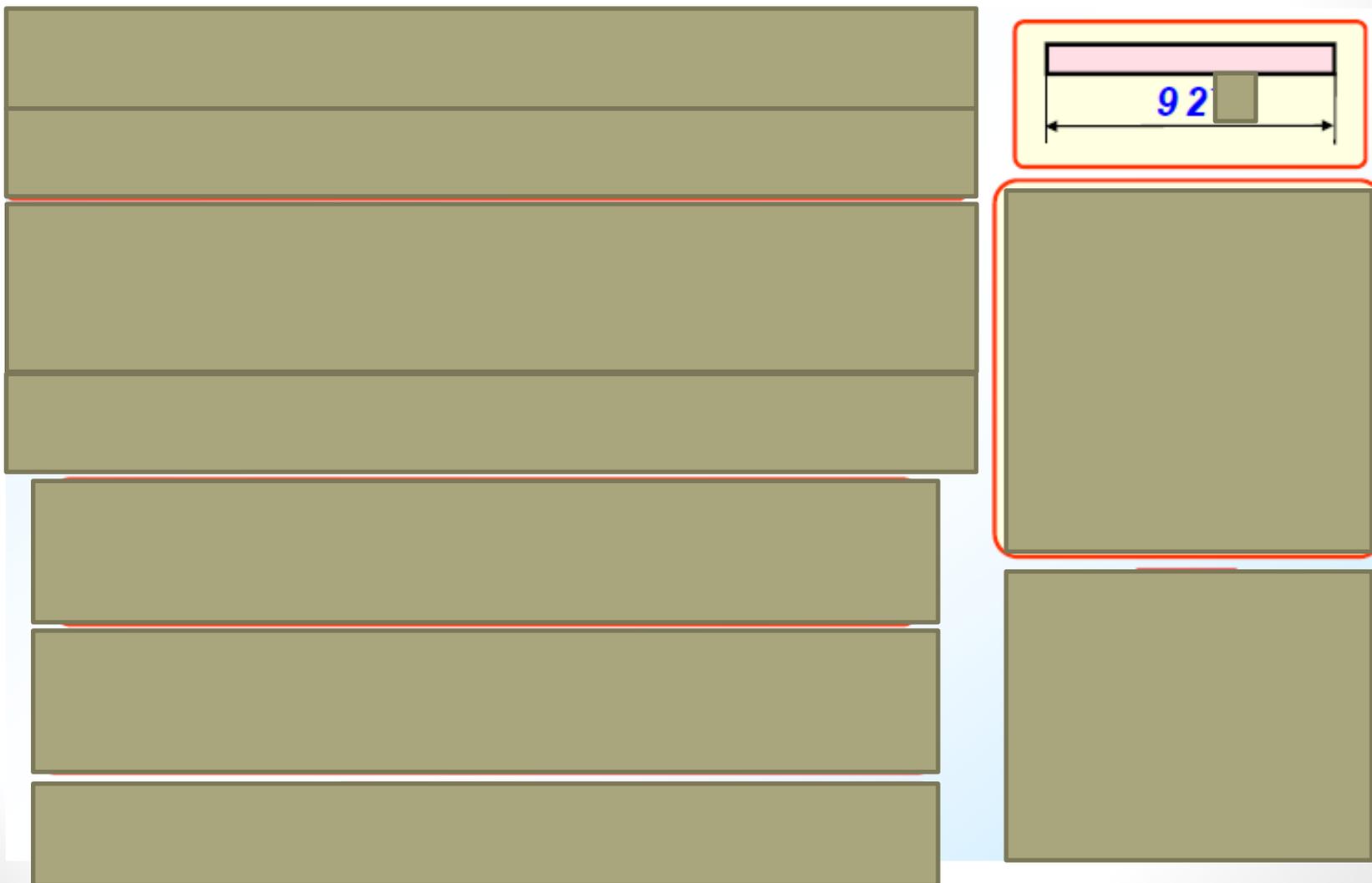
### Théorie et pratique

Étant donné l'imprécision des procédés de fabrication (fraisage, tournage ...), on tolère que les cotes réalisées, en théorie égales à la cote nominale, soient comprises entre une **cote Maximale** et une **cote minimale**.



## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Cotation tolérancée



## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Cotation tolérancée

#### Cote Nominale (CN)

Cote théorique définie par le concepteur (ligne zéro).

#### Écart Supérieur (es pour les arbres ES pour les alésages)

Valeur supérieure de l'écart par rapport à la cote nominale (ligne zéro).

#### Cote Maximale

Valeur de la cote nominale plus l'écart supérieur  
arbre alésage

$$\text{Cote Maxi} = \text{CN} + \text{es}$$

$$\text{Cote Maxi} = \text{CN} + \text{ES}$$

#### Écart Inférieur (ei pour les arbres EI pour les alésages)

Valeur inférieure de l'écart par rapport à la cote nominale (ligne zéro).

#### Cote minimale

Valeur de la cote nominale plus l'écart inférieur  
arbre alésage

$$\text{Cote Mini} = \text{CN} + \text{ei}$$

$$\text{Cote Mini} = \text{CN} + \text{EI}$$

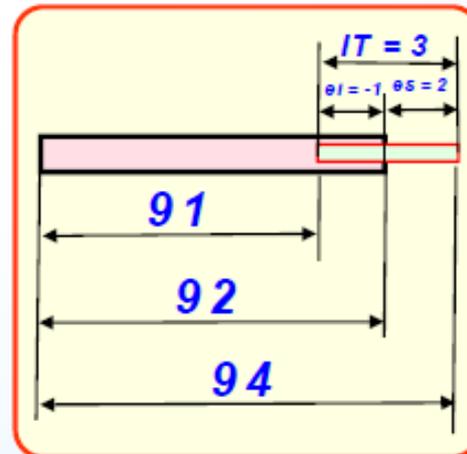
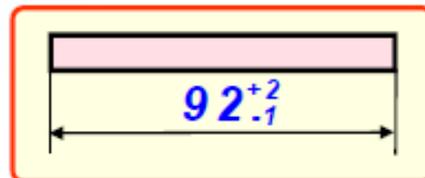
#### Intervalle de Tolérance (IT)

C'est la variation permise (tolérée) de la cote effective de la pièce.

$$\text{IT} = \text{Cote Maxi} - \text{Cote Mini}$$

#### Cote Moyenne

Valeur moyenne entre la cote maximale et la cote minimale



$$\text{CN} = 92$$

$$\text{es} = 2$$

$$\text{Cote Maxi} = 94$$

$$\text{ei} = -1$$

$$\text{Cote Mini} = 91$$

$$\text{IT} = 3$$

$$\text{Cote Moyenne} = 92,5$$

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Notation des cotes tolérancées

#### Tolérances chiffrées

Inscrire après la cote nominale la valeur des écarts en plaçant toujours l'écart supérieur au-dessus.

$34 \begin{matrix} +0.02 \\ -0.05 \end{matrix}$

Les écarts sont inscrits dans la même unité que la cote nominale : le *mm*

Ne pas mettre de signe lorsque l'écart est nul

$34 \begin{matrix} +0.15 \\ 0 \end{matrix}$

Lorsque la tolérance est répartie symétriquement par rapport à la cote nominale, ne donner qu'un écart précédé du signe  $\pm$

$34 \pm 0.35$

#### Tolérances données par système ISO

- Une cote nominale
- Une lettre indiquant la position de la tolérance : *Majuscule* pour un alésage, *Minuscule* pour un arbre
- Un chiffre indiquant la qualité de la tolérance

$25 H 7$

$42 m 6$

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Tolérances données par le système ISO

Pour chaque cote nominale, il est prévu toute une gamme d'intervalles de tolérances. La valeur de ces intervalles de tolérances est symbolisée par un numéro dit *Qualité*.

∅ 130 qualité 10 → IT = 160 μ (soit IT = 0,16 mm)

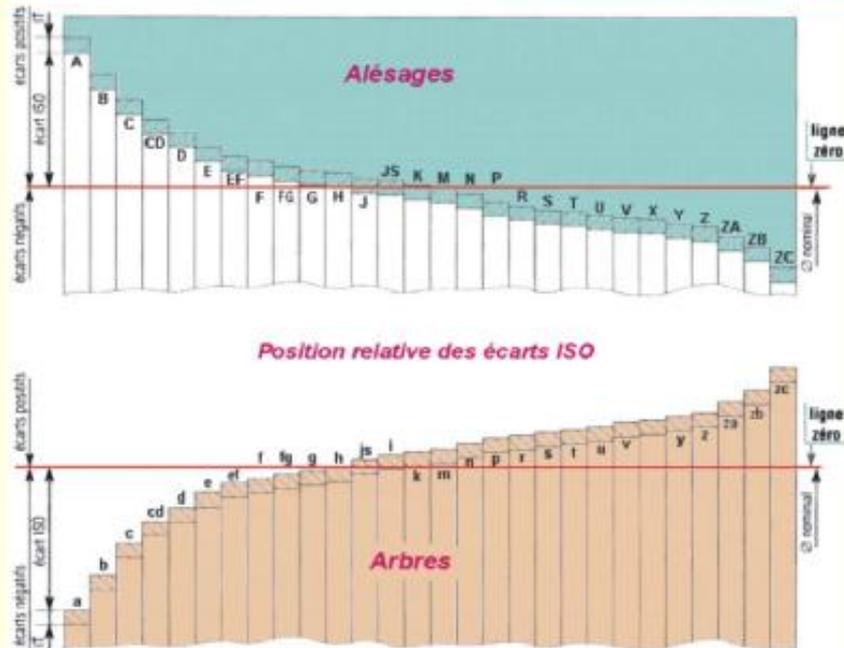
la qualité de fabrication diminue au fur et à mesure que le chiffre de la qualité augmente.

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

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Tolérances données par le système ISO

La **POSITION** de ces tolérances par rapport à la ligne "zéro" est symbolisée par une ou deux lettres : de **A** à **Z** pour les alésages, de **a** à **z** pour les arbres).

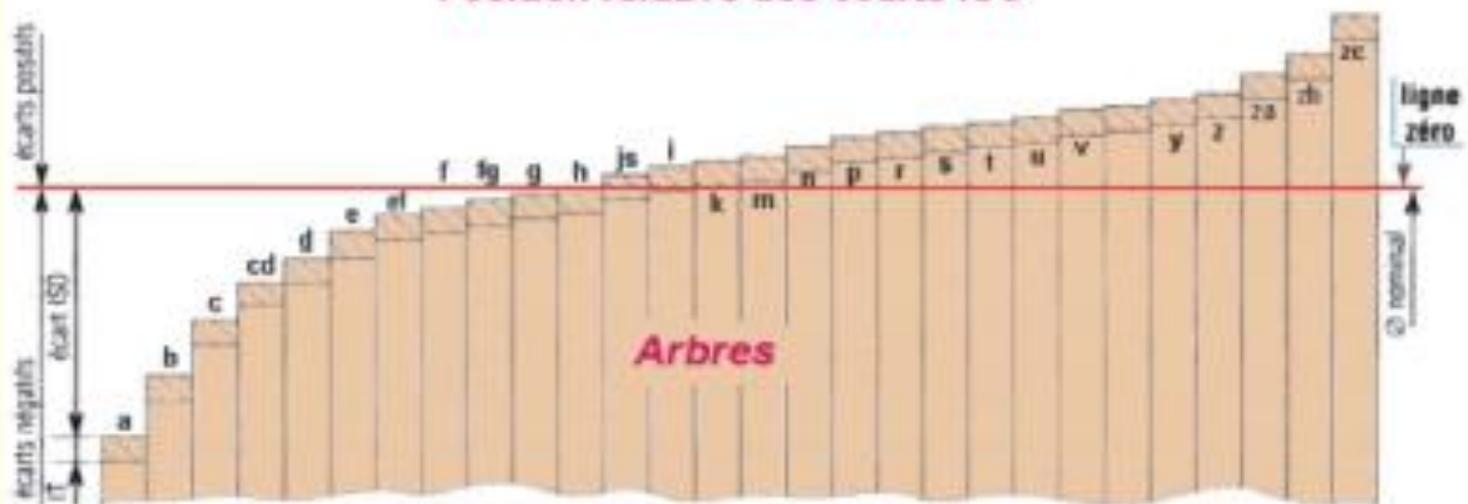


La première lettre de l'alphabet (a ou A) correspond à l'état minimal de matière pour l'arbre (a) ou pour l'alésage (A)

schémas des différentes positions possibles pour un même intervalle de tolérance.

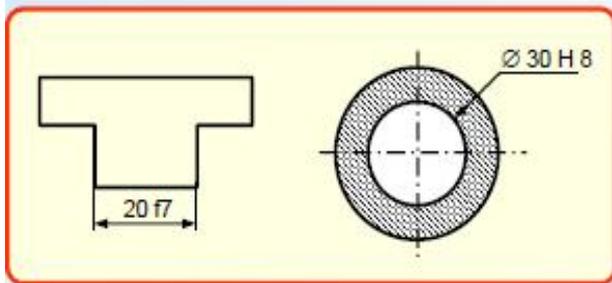


*Position relative des écarts ISO*



# 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

## Tolérances données par le système ISO



20 f7

30

Extraits de tolérances ISO pour alésages (en microns : 1 $\mu$  = 0.001 mm)

au-delà de à (inches)	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400
H6 ES	+6	+8	+9	+11	+13	+16	+19	+22	+25	+29	+32	+36
EI	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
EI	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
EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

30 H 8

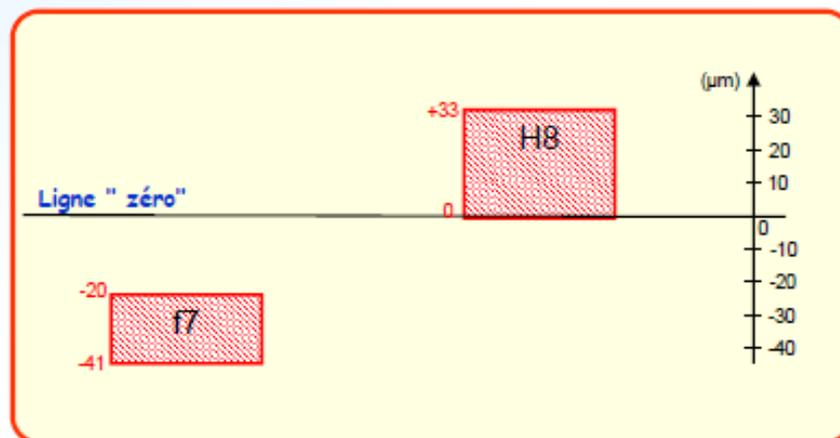
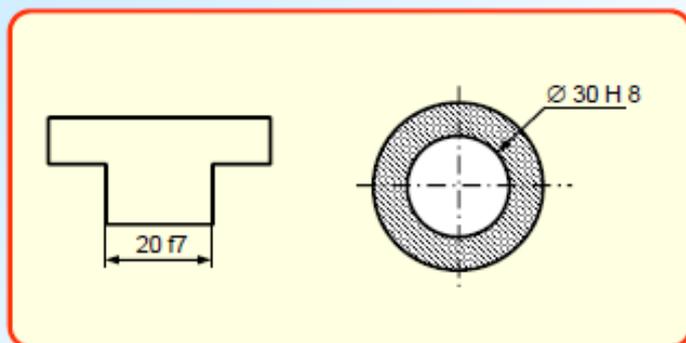
20

Extraits de tolérances ISO pour arbres (en microns : 1 $\mu$  = 0.001 mm)

au-delà de à (inches)	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400
f7 es	-4	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62
ei	-16	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83	-96	-108	-119
f8 es	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62
ei	-20	-28	-35	-43	-53	-64	-76	-90	-106	-122	-137	-151
g5 es	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18
ei	-8	-9	-11	-14	-16	-20	-23	-27	-32	-35	-40	-43
g6 es	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18
ei	-8	-12	-14	-17	-20	-25	-29	-34	-39	-44	-49	-54
h5 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-4	-5	-6	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-23	-25
h6 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-6	-8	-9	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-29	-32	-36
h7 es	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
h8 es	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
h9 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-25	-30	-36	-43	-52	-62	-74	-87	-100	-115	-130	-140
h10 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-40	-48	-58	-70	-84	-100	-120	-140	-165	-190	-220	-250
h11 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-60	-75	-90	-110	-130	-160	-190	-220	-250	-290	-320	-360
h13 es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ei	-140	-180	-220	-270	-330	-390	-460	-540	-630	-720	-810	-890
j6 es	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+12	+13	+14	+16	+16	+18
ei	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-16	-18
j7 es	+6	+8	+10	+12	+13	+15	+18	+20	+22	+25	+26	+29
ei	-4	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-15	-18	-21	-26	-28
k5 es	+2	+2.5	+3	+4	+4.5	+5.5	+6.5	+7.5	+9	+10	+11.5	+12.5
ei	+3	+4	+4.5	+5.5	+6.5	+8	+9.5	+11	+12.5	+14.5	+16	+18
k7 es	+5	+6	+7.5	+9	+10.5	+12.5	+15	+17.5	+20	+23	+26	+28.5
ei	+12.5	+15	+18	+21.5	+26	+31	+37	+43.5	+50	+57.5	+65	+70
k11 es	+30	+37.5	+45	+55	+65	+80	+95	+110	+125	+145	+160	+180
ei	+70	+90	+110	+135	+165	+195	+230	+270	+315	+360	+405	+445
k13 es	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+15	+18	+21	+24	+27	+29
ei	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+5
m6 es	+6	+9	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+28	+33	+36	+40
ei	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+5
m7 es	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57
ei	-2	+4	+6	+7	+9	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21
n7 es	+12	+16	+21	+25	+29	+34	+41	+48	+55	+63	+72	+78
ei	+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21
n5 es	+8	+13	+16	+20	+24	+28	+33	+38	+45	+51	+57	+62
ei	+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+31	+34	+37
n6 es	10	+16	+19	+23	+28	+33	+39	+45	+52	+60	+66	+73
ei	+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+31	+34	+37
p6 es	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+96
ei	+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+50	+56	+62

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Tolérances données par le système ISO: EXEMPLE



	ARBRE	ALÉSAGE
Cote nominale CN	20	30
Écart supérieur	$es = -0,020$	$ES = 0,033$
Écart Inférieur	$ei = -0,041$	$EI = 0$
IT	0,021	0,033
Cote Maxi.	19,98	30,033
Cote mini .	19,959	30
Cote Moyenne	19,9695	30,0165

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

Ajustement

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

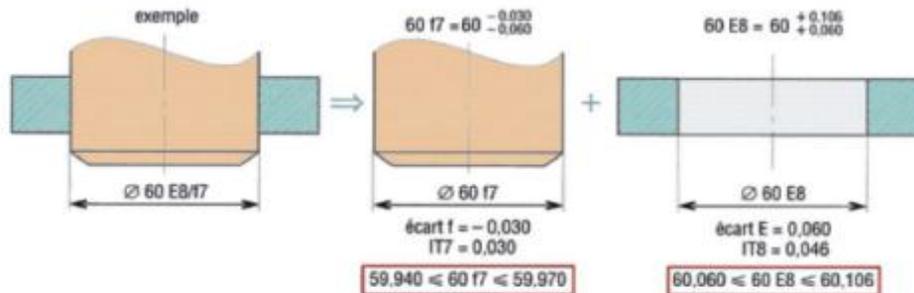
### Ajustement

On parle d'ajustement lorsque l'on assemble un arbre et un alésage de même côte nominale.

On utilise le système ISO pour quantifier un ajustement

Un ajustement est composé de la cote nominale commune suivie des symboles correspondants à la tolérance de chaque pièce *en commençant toujours par l'alésage.*

$\phi 80 H8 f7$   
cote nominale  
Alésage  
Arbre



Tabl.

## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Ajustement

**Avec jeu**

$\text{Ø}80H8f7$

jeu maxi = 0.106 mm  
jeu mini = 0.030 mm

**Jeu incertain**  
(jeu ou serrage ?)

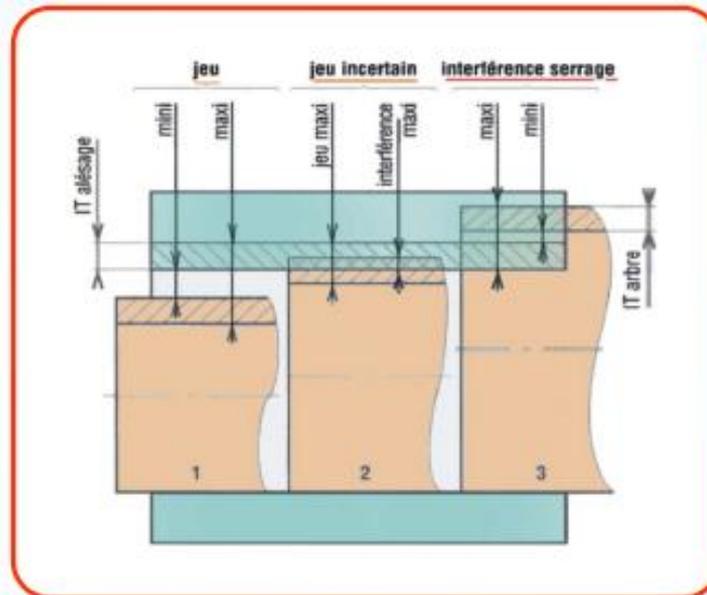
$\text{Ø}80H7k6$

jeu maxi = 0.009 mm  
jeu mini = -0.002 mm

**Avec serrage**

$\text{Ø}80H7p6$

jeu maxi = -0.002 mm  
jeu mini = -0.051 mm

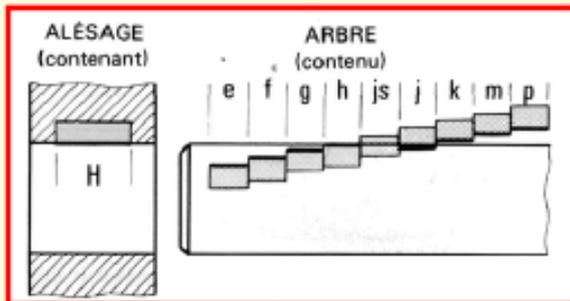


## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Système d'ajustement

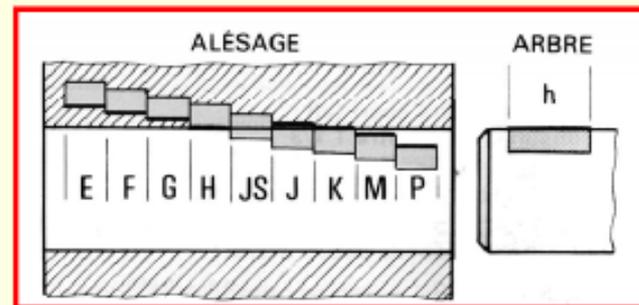
#### Système à alésage normal

Ce système est à employer de préférence.  
L'alésage est tolérancé (H), le choix de la tolérance de l'arbre permet d'obtenir l'ajustement souhaité : H8f7 - H8h6 - H9e9



#### Système à arbre normal

L'arbre est tolérancé (h), le choix de la tolérance de l'alésage permet d'obtenir l'ajustement souhaité : P7h6 - M7h7 - J5h8



## 2. Cotation Fonctionnelle & Tolérancement

### Ajustement recommandé

	Assemblage réalisé	Mécanique de précision	Fabrication soignée	Fabrication courante	Fabrication ordinaire	Fabrication très ordinaire	Montage	Cas d'emploi
J > 0	1. Assemblage libre				H9/d9	H11/c11	Montage à la main très facile	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu, par suite de dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.
	2. Assemblage tournant	H6/f6	H7/f7	H8/f8 H8/f7	H9/e9		Montage à la main facile	Cas ordinaire de pièces tournant dans une bague ou dans un palier (bon graissage assuré).
	3. Assemblage glissant	H6/g5	H7/g6	H8/h8 H8/g7	H9/h9		Montage à la main assez facile	Pièce en translation demandant un guidage précis ; pièce en rotation de grande précision.
J ≥ 0	4. Assemblage glissant juste	H6/h5	H7/h6	H8/h7	H9/h8		Montage à la main possible par forte pression	Assemblage fixe très précis.
	5. Assemblage légèrement dur	H6/j5	H7/j6	H8/j7			Mise en place au maillet	Démontage et remontage possibles sans détérioration ; mais l'emmanchement n'est pas suffisant pour transmettre un effort.
J ?	6. Assemblage bloqué	H6/k5 H6/m5	H7/m6				Mise en place à la masse	Démontage et remontage possibles sans détérioration ; l'emmanchement peut transmettre de faibles efforts.
J < 0	7. Assemblage serré	H6/p5 H6/r5 H6/s5	H7/p6 H7/r6 H7/s6				Mise en place à la presse ou par dilatation	Démontage impossible sans détérioration des pièces ; possibilité de transmettre des efforts importants (frettes, jantes de roues, douilles en bronze, etc. . . .).

14 ■ 26	PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES								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 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 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 =  $\pm IT/2$  (voir tableau 14.24).

\* Utiliser de préférence les qualités teintées.

	- 39	- 50	- 61	- 73	- 92	- 112	- 134	- 159	- 185	- 215	- 240	- 265	- 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

## Références et bibliographie :

- Polycopie de cours TN01, Houcine Kebir, UTC
- Guide des SCIENCES et TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES - Jean-Louis Fanchon (AFNOR - NATHAN)
- Guide du DESSINATEUR INDUSTRIEL - A. Chevalier ( HACHETTE Technique)