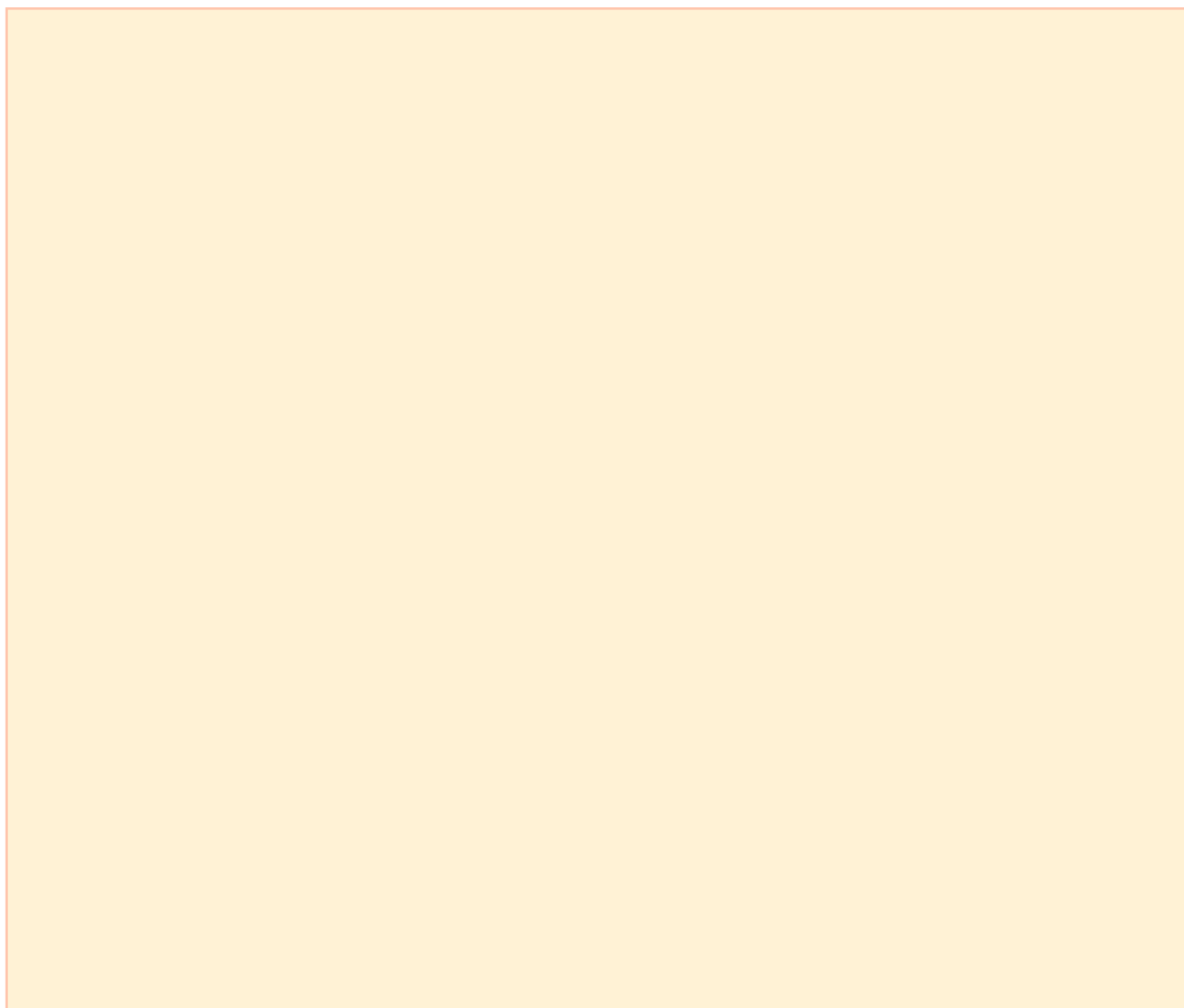


Tolérance Iso



1.BUT :

Par suite de l'imprécision inévitable des procédés de fabrication, une pièce ne peut être réalisée rigoureusement à une dimension fixée à l'avance. Mais pour qu'elle réponde à son but, il suffit qu'elle soit astreinte à rester comprise entre deux limites admissibles dont la différence constitue **la tolérance**.

Cotation fonctionnelle :

Le dessin de définition d'un produit définit, complètement et sans ambiguïté, les exigences auxquelles doit satisfaire ce dernier dans l'état de finition voulue.

La définition du produit fini doit comporter une cotation fonctionnelle précisant les états limites de matière admissible et, éventuellement des prescriptions de correction géométrique et d'état micro géométrique des surfaces.

La cotation fonctionnelle est fondée sur l'étude des conditions d'aptitude du produit à l'emploi. Son but est de donner les plus larges tolérances pour l'exécution d'un produit apte à l'emploi. La cotation fonctionnelle d'un produit n'a de sens que si l'on connaît la fonction de celui-ci.

- Surface de jonction ou d'appui.

Surface de contact entre deux pièces définissant une chaîne de cotes.

- Surfaces terminales.

Surfaces définissant le jeu.

- Jeu

Ecart entre deux surfaces terminales d'une chaîne de cotes. Il peut être négatif (serrage) nul ou positif.

- Cote nominale.

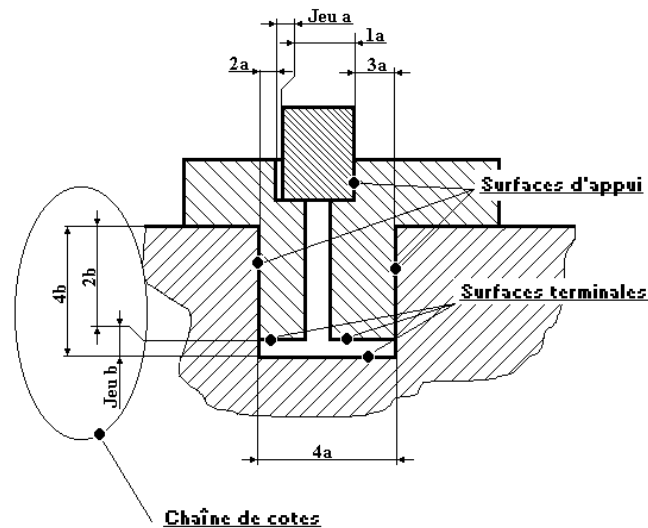
Dimension de référence, choisie généralement dans les dimensions linéaires nominales. C'est la cote inscrite sur le dessin.

- Tolérance.

Différence entre les limites maxi et mini admissibles d'une dimension.

- Chaîne de cotes.

Suite de composantes (dimensions) consécutives partant d'une des surfaces terminales et reliant les surfaces de jonction des multiples pièces composant l'ensemble coté pour arriver à la seconde surface terminale.



- Dimension effective.

Dimension telle qu'elle est réalisée (valeur mesurée sur une pièce)

- Ecart.

Différence algébrique entre une dimension effective et la dimension nominale correspondant

Ecart supérieur (ES, es)

Alésage : $ES = \varnothing \text{ maxi} - \varnothing \text{ nominal}$

Arbre : $es = \varnothing \text{ maxi} - \varnothing \text{ nominal}$

Ecart inférieur (EI, ei)

Alésage : $EI = \varnothing \text{ mini} - \varnothing \text{ nominal}$

Arbre : $ei = \varnothing \text{ mini} - \varnothing \text{ nominal}$

Remarques :

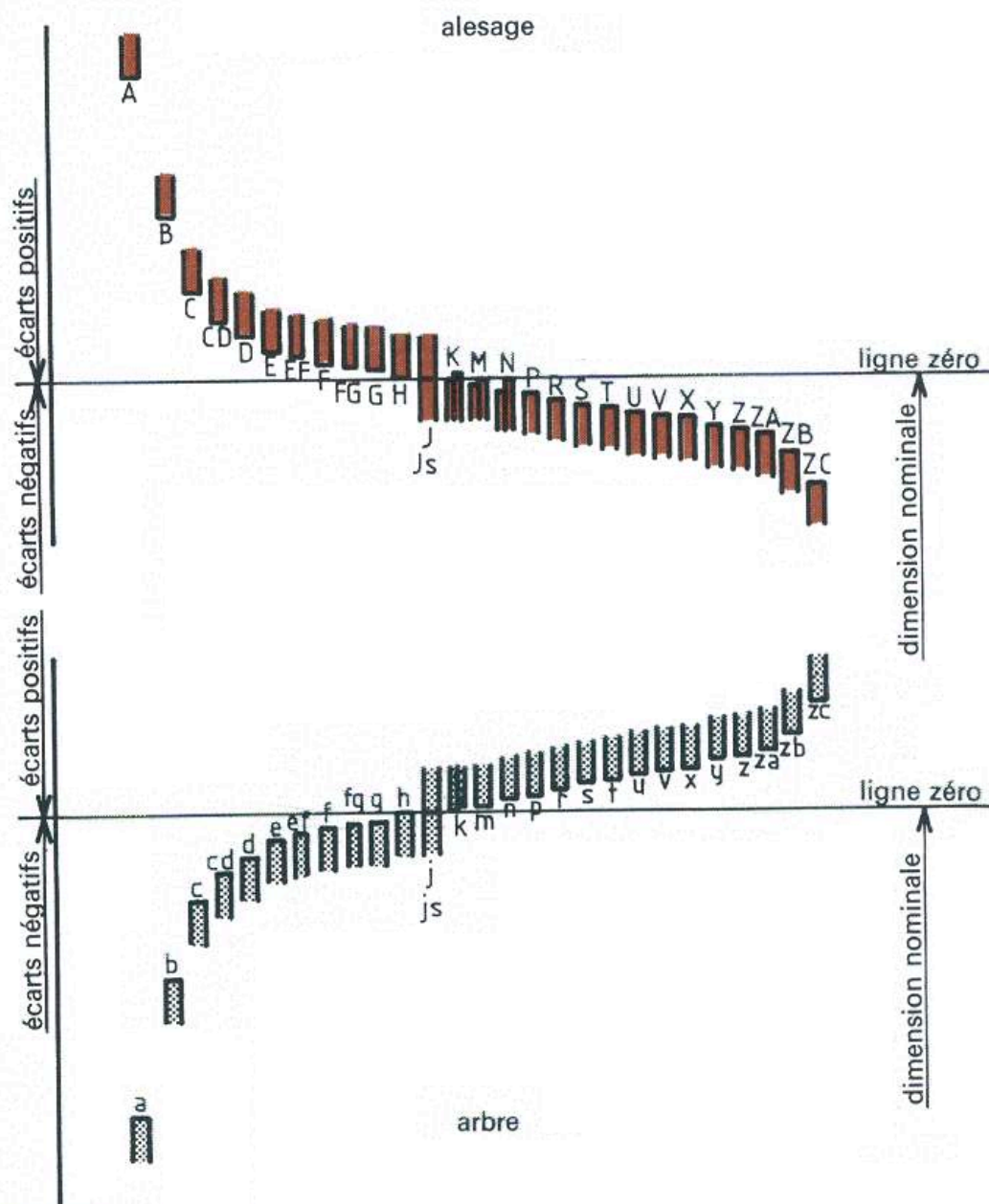
Pour les alésages les écarts sont symbolisés par des lettres majuscules et pour les arbres des lettres minuscules.

L'écart fondamental est nul pour H et h

Les lettres I, i, L, l, O, o, Q, q, ne sont pas employées pour éviter toute confusion avec 1 ou 0 (Zéro)

Pour Js et js, l'écart est centré : $= \pm \frac{IT}{2}$

POSITION DES ECARTS



2 .AJUSTEMENTS :

Un ajustement résulte de la différence, avant assemblage, entre les dimensions de deux pièces destinées à être assemblées.

Qu'est qu'un ajustement :

Un ajustement comprend toujours deux éléments ayant même cote nominale.

Un élément contenu (arbre)

Un élément contenant (alésage)

Pour qu'il y est ajustement, il faut que ces deux éléments pénètrent l'un dans l'autre. S'ils pénètrent librement, l'ajustement est dit avec jeu ; s'il faut avoir recours à un procédé dynamique, mécanique ou thermique, l'ajustement est dit avec serrage .

AJUSTEMENT COURAMMENT UTILISES

Cas d'emploi				Arbres (position)	Alésages				
					H6	H7	H8	H9	H11
				Arbres (qualités)					
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu(dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.)			c				9	11
				d				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré)			e		7	8	9	
				f	6	6-7	7		
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude			g	5	6			
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possible sans détérioration des pièces	L'emmanchement ne peut pas transmettre d'effort	Mise en place à la main	h	5	6	7	8	
				js	5	6			
			Mise en place au maillet	k	5				
				m		6			
	Démontage impossible sans détérioration des pièces	L'emmanchement peut transmettre des efforts	Mise en place à la presse	p		6			
			Mise en place à la presse ou par dilatation	s			7		
				u			7		
				x			7		
				z			7		

 Qualités les plus couramment utilisées.

QUALITÉ DES TOLÉRANCES

Il est prévu 18 qualités : 01, 0, 1, 2, 3, ..., 16 correspondant chacune à l'une des tolérances dites fondamentales IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT16 ;

Cette tolérance est fonction de la dimension nominale (13 paliers pour $D \leq$ à 500 mm).

TOLERANCES FONDAMENTALES																		
Qualité	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14*	15*	16*
Tolérances fondamentales en micromètres	Pour paliers de diamètres en millimètres	≤ 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
		$>3 \text{ à } 6$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
		$>6 \text{ à } 10$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
		$>10 \text{ à } 18$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
		$>18 \text{ à } 30$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
		$>30 \text{ à } 50$	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
		$>50 \text{ à } 80$	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
		$>80 \text{ à } 120$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870
		$>120 \text{ à } 180$	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
		$>180 \text{ à } 250$	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150
		$>250 \text{ à } 315$	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300
		$>315 \text{ à } 400$	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400
		$>400 \text{ à } 500$	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550

* Les qualités 14 à 16 ne sont prévues qu'au-delà de 1 m

Tolérances de forme et de position (tolérances géométriques) :

Le but essentiel de cette méthode de tolérancement est d'assurer des conditions correctes de fonctionnement et d'aptitude à l'emploi des produits finis. Elle fixe les définitions géométriques nécessaires.

Une tolérance géométrique d'un élément (point, ligne, surface ou plan médian) définit la zone à l'intérieur de laquelle doit être compris cet élément.

La forme ou l'orientation de l'élément peut être quelconque à l'intérieure de cette zone, sauf indication contraire plus restrictive exprimée par une cote.

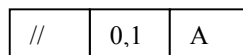
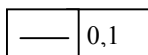
La tolérance s'applique en général à toute la longueur ou à toute la surface de l'élément considéré.

La forme de l'élément de référence (auquel se rapportent les tolérances de position, d'orientation ou de battement) doit être suffisamment précise pour qu'il puisse être utilisé comme tel. Il peut être nécessaire, dans certains cas, de prescrire des tolérances de forme pour les éléments de référence.

Cadre de tolérance :

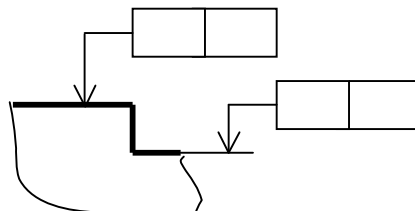
Dans un cadre rectangulaire divisé en deux ou en trois parties, sont inscrits de gauche à droite :

- Le symbole de la caractéristique à tolérer
- La valeur de la tolérance (précédée de Ø si la zone de tolérance est circulaire , cylindrique de ou sphérique),
- La lettre identifie l'élément de référence dans le troisième cadre.

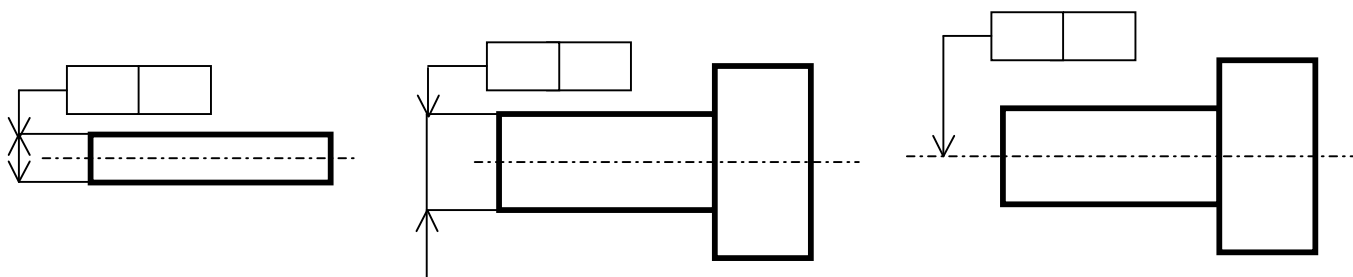
**Indication de l'élément de tolérance (tolérances de forme)**

Le cadre de tolérance est relié à l'élément tolérancé par une ligne de repère terminée par une flèche aboutissant :

- sur le contour de l'élément ou son prolongement (mais non à une ligne de cote),



- Sur la ligne d'attache, dans le prolongement de la ligne de cote, lorsque la tolérance s'applique à l'axe ou au plan médian, lorsque la tolérance s'applique à l'axe ou au plan médian de tous les éléments admettant cet axe ou ce plan médian.

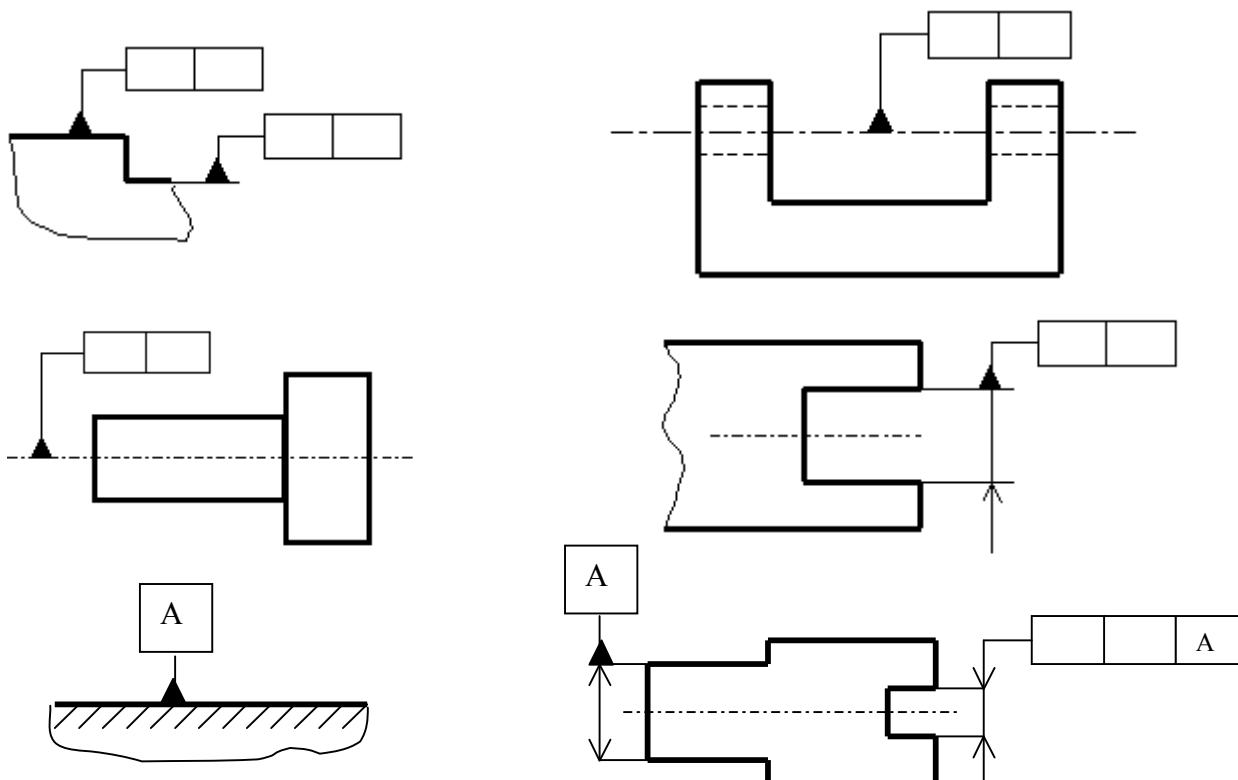


Indication de l'élément de référence (**tolérances de position**)

Le cadre de tolérance est relié à l'élément ou aux éléments de référence par une ligne de repère se terminant par un triangle noirci ou non dont la base est placée :

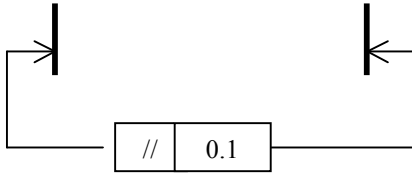
- Sur le contour de l'élément ou son prolongement
- Sur la ligne d'attache sur le prolongement de la ligne de cote, lorsque l'élément de référence est l'axe ou le plan médian de la partie ainsi cotée.

Si le cadre de tolérance ne peut être relié de façon simple et claire à l'élément de référence, une lettre majuscule (différente pour chaque élément) est utilisée.



Eléments tolérancés équivalents :

Si deux éléments associés sont identiques, indiquer la tolérance comme ci-dessous.



Application de la tolérance à une longueur spécifiée :

Si la tolérance s'applique à une longueur spécifiée, placée n'importe où, la valeur de cette longueur doit être ajoutée à la suite de la valeur de la tolérance séparée par un trait oblique.

//	0.01/100	B
----	----------	---

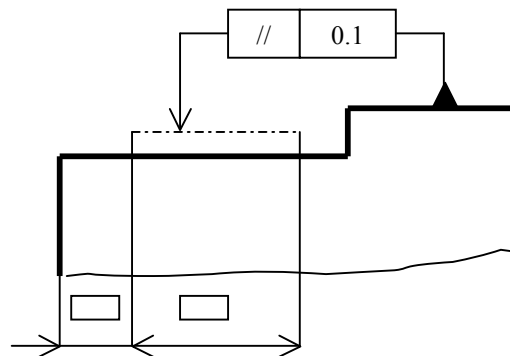
Combinaison de tolérance :

Si à la tolérance de l'élément complet, une autre tolérance de même nature mais plus faible et restreinte sur une longueur limitée est ajoutée, inscrire cette dernière au-dessous de la première

//	0.01
	0.05/100

Indication d'une restriction :

Si la tolérance doit être appliquée à une partie restreinte de l'élément, celle-ci doit apparaître au plan et être cotée comme indiqué ci-dessous.

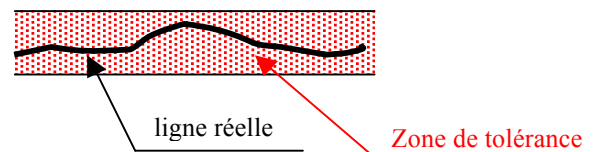
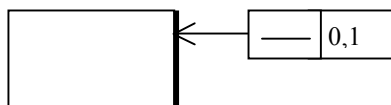


LES TOLERANCES GEOMETRIQUES

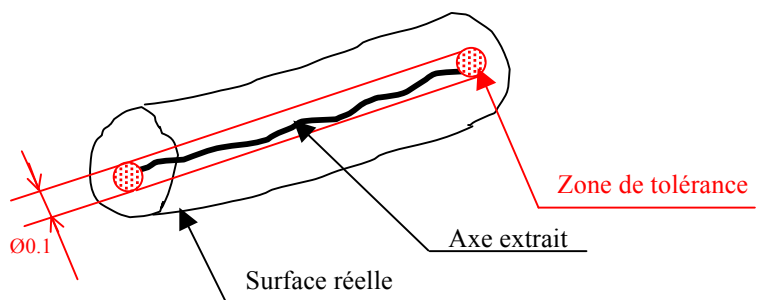
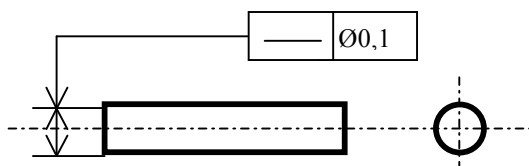
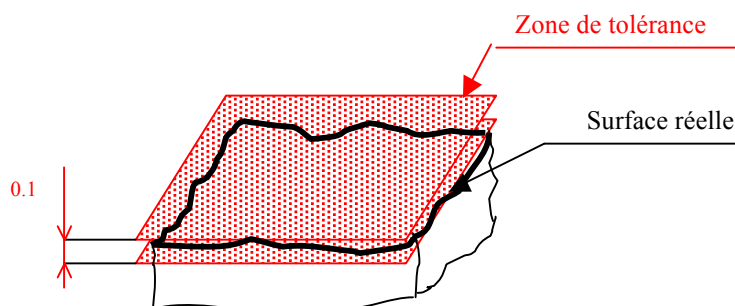
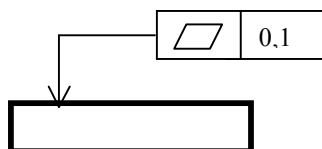
NATURE DE L'ELEMENT		CARACTERISTIQUES TOLERANCES	SYMBOLES	TOLERANCES
	Elément isolé	Rectitude		Tolérances de forme
		Circularité		
	Eléments isolés Ou associés	Forme d'une ligne quelconque		
	Eléments associés	Parallélisme		Tolérances d'orientation
		Perpendicularité		
		Inclinaison		
		Localisation		Tolérances de position
		Concentricité & coaxialité		
		Symétrie		
		Battement simple		Tolérances de battement
	Elément isolé	Planéité		Tolérances de forme
		Cylindricité		
	Eléments isolés Ou associés	Forme d'une surface quelconque		
	Eléments associés	Parallélisme		Tolérances d'orientation
		Perpendicularité		
		Inclinaison		
		Localisation		Tolérances de position
		Symétrie		
		Battement total (double)		Tolérances de battement

I-Tolérances de forme :**RECTITUDE :**Symbole : 

a- Rectitude d'une ligne :

Interprétation : Tous les points de la droite sur toute son étendue doivent être situés entre deux droites parallèles distantes de 0.1 mm

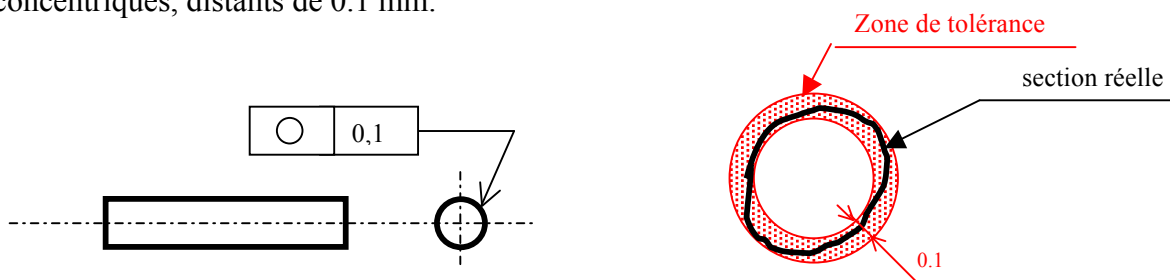
b- Rectitude d'un axe :

Interprétation : L'axe du cylindre doit être compris dans une zone cylindrique de diamètre 0.1 mm**PLANEITE :**Symbole : **Interprétation :** La surface doit être comprise entre deux plans parallèles, distants de 0.1 mm.

CIRCULARITE :

Symbole 

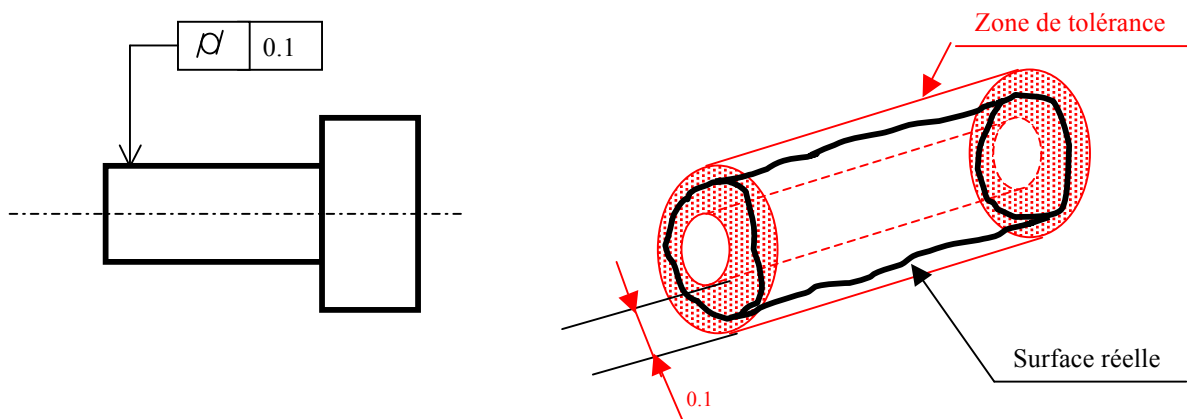
Interprétation : Le pourtour de chaque section du cylindre extérieur doit être compris entre deux cercles concentriques, distants de 0.1 mm.



CYLINDRICITE :

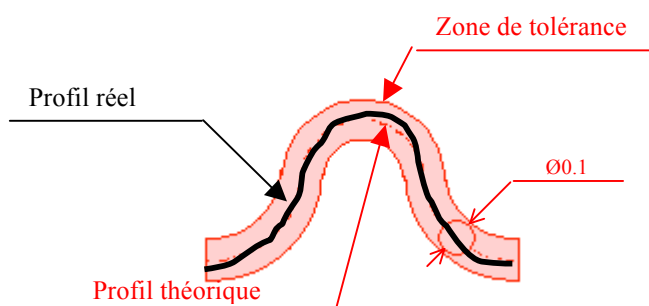
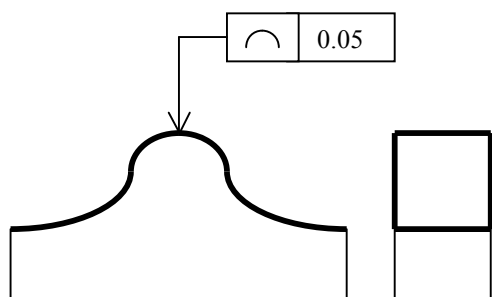
Symbole 

Interprétation : La surface considérée doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux distants de 0.1

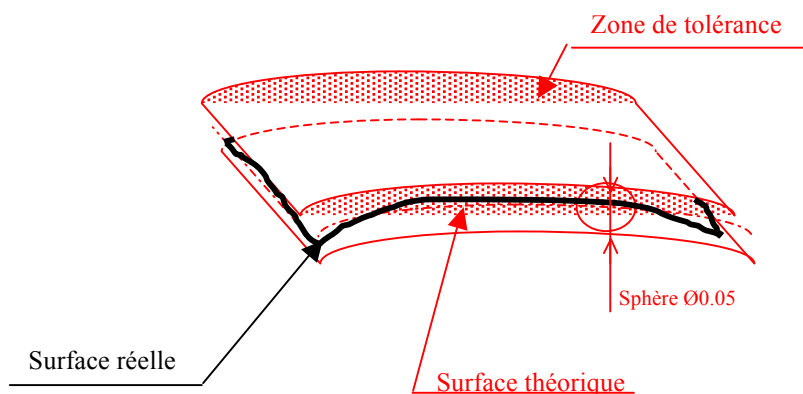
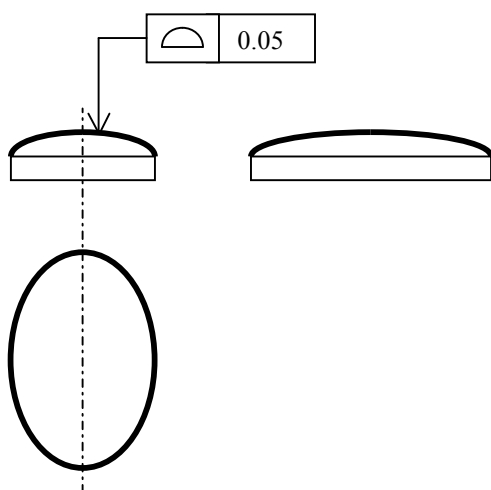


FORME D'UNE LIGNE QUELCONQUE :Symbole 

Interprétation : Le profil considéré doit être compris entre deux lignes enveloppant des cercles de diamètres 0.05 mm dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique spécifiée.

**FORME D'UNE SURFACE QUELCONQUE**Symbole 

Interprétation : La surface considérée doit être comprise entre deux surfaces enveloppant des sphères de diamètres 0.05 mm dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique spécifiée.



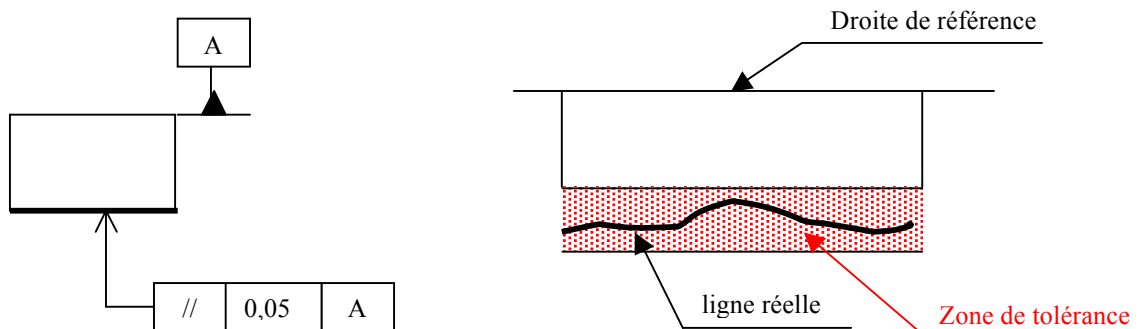
II- Tolérances d'orientation :

PARALLELISME :

Symbole **//**

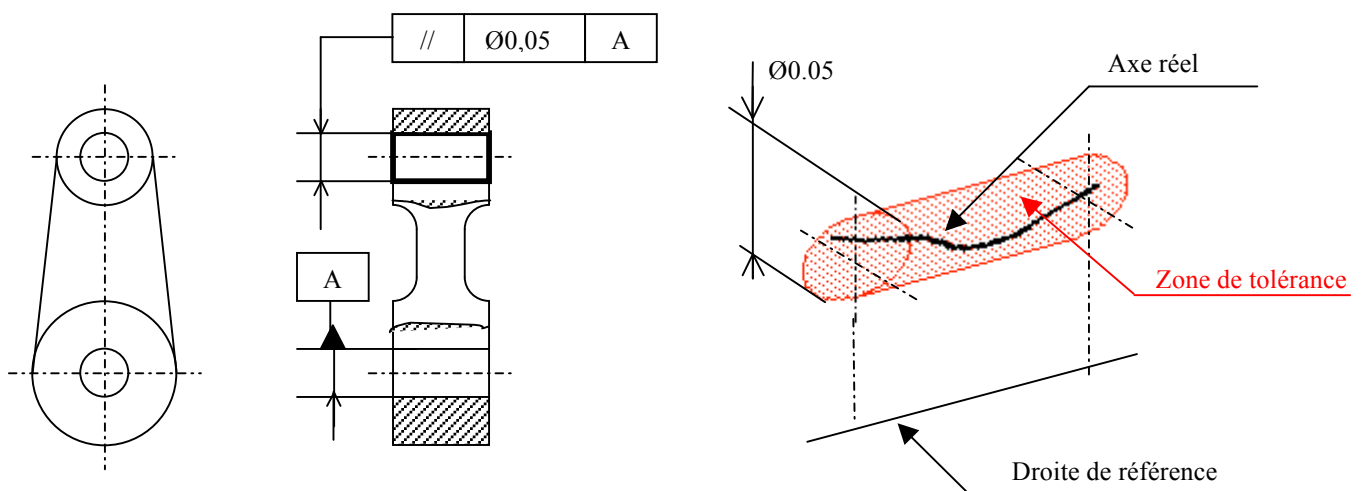
Parallélisme d'une ligne par rapport à une droite

Interprétation : La droite tolérancée doit être comprise entre deux droites parallèles à la droite de référence distantes de 0.05 mm.



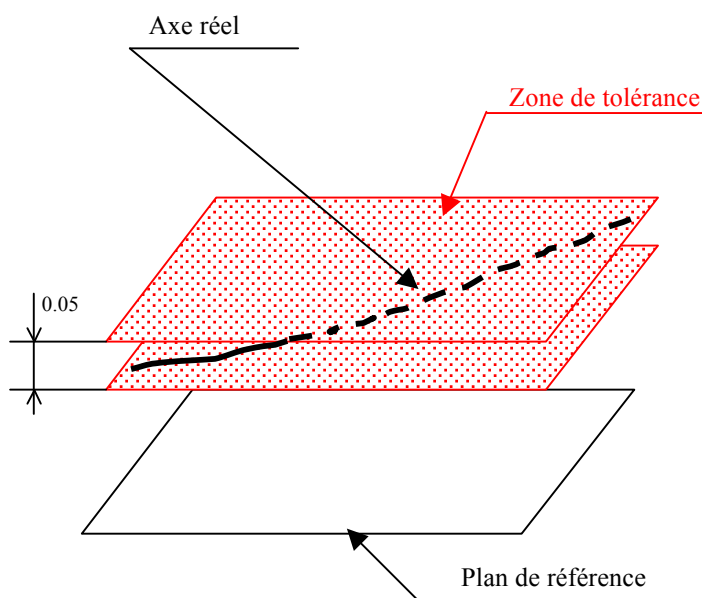
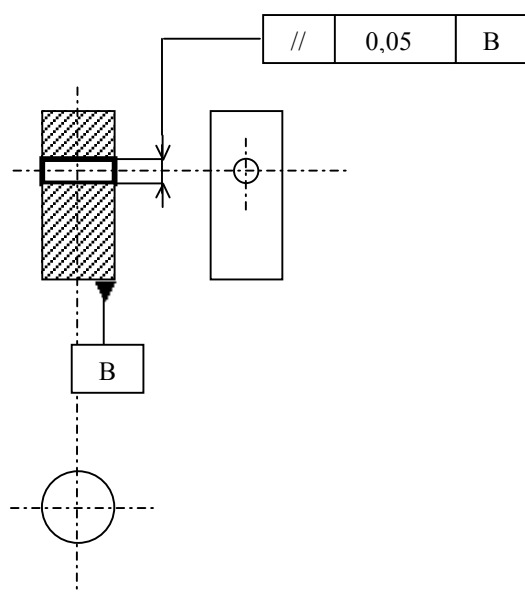
Parallélisme d'un axe par rapport à une droite

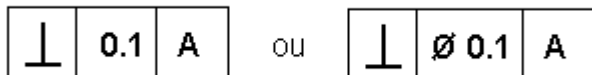
Interprétation : L'axe tolérancé doit être compris dans un cylindre de diamètre 0.05 mm parallèles à la droite de référence



Parallélisme d'une droite par rapport à un plan de référence

Interprétation : L'axe du trou doit être compris entre deux plans distants de 0.05 mm parallèles au plan de référence

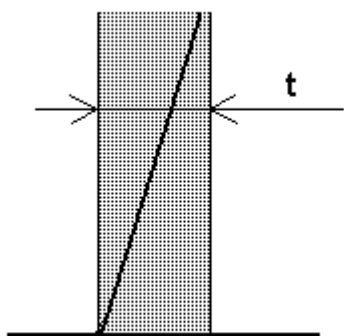


PERPENDICULARITE:Symbole 

Ce symbole autorise plusieurs zones de tolérance en fonction de l'élément de référence et de l'élément tolérancé. Notez que la tolérance peut être précédée du symbole Ø.

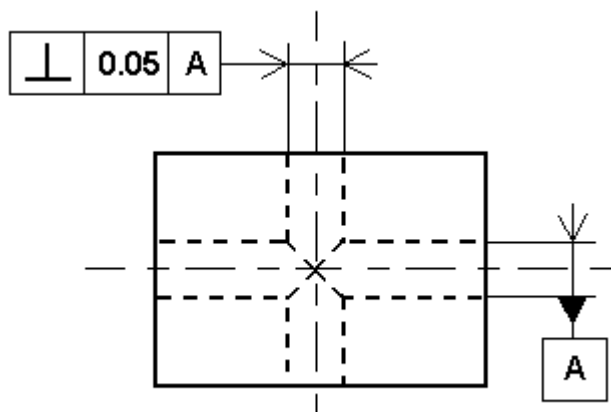
Perpendicularité d'une ligne par rapport à une droite.

La zone de tolérance est donc « t » :



La zone de tolérance, projetée sur un plan, est comprise entre deux droites parallèles et distantes de la tolérance (exemple $t = 0.1$). Celles-ci sont perpendiculaires à la droite de référence. Si aucune indication n'est portée sur le plan, la longueur de contrôle est la longueur de l'élément tolérancé

Exemple :

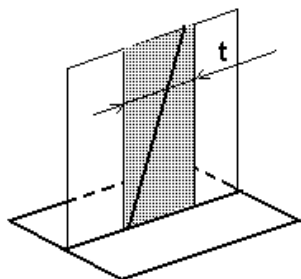


L'axe de l'alésage vertical doit être compris entre deux droites perpendiculaires à l'axe A. Ces deux droites de tolérance sont parallèles et distantes de 0.05 mm. De plus le plan de projection est le plan de la vue. La longueur de contrôle est la hauteur de la pièce.

Perpendicularité d'une ligne par rapport à un plan.

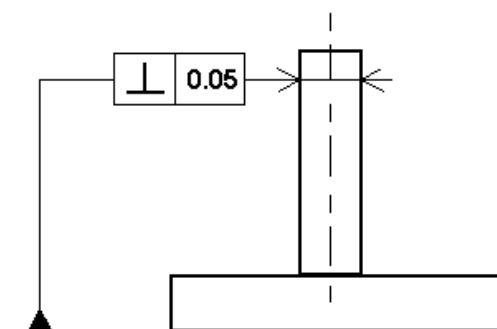
Trois cas de zones de tolérance sont alors possibles.

Cas n°1, La zone de tolérance « t » est projetée dans un plan :



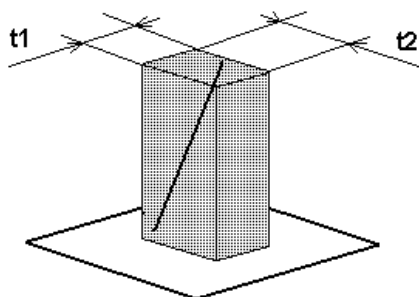
La zone de tolérance, projetée sur un plan, est comprise entre deux droites parallèles et distantes de la tolérance (exemple $t = 0.1$). Celles-ci sont perpendiculaires au plan de référence. Si aucune indication n'est portée sur le plan, la longueur de contrôle est la longueur de l'élément tolérancé.

Exemple :



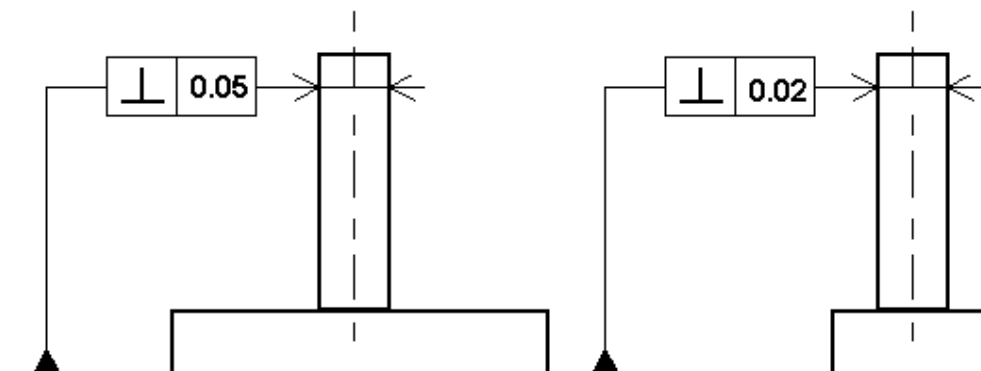
L'axe de l'arbre vertical doit être compris entre deux droites perpendiculaires au plan (face de référence). Ces deux droites de tolérance sont parallèles et distantes de 0.05 mm. De plus le plan de projection est le plan de la vue. La longueur de contrôle est la hauteur de l'arbre.

Cas n°2, La zone de tolérance est un parallélépipède de cotés « $t1 \times t2$ ». Il s'agit de deux cas n°1 dans deux plans de projection distincts :



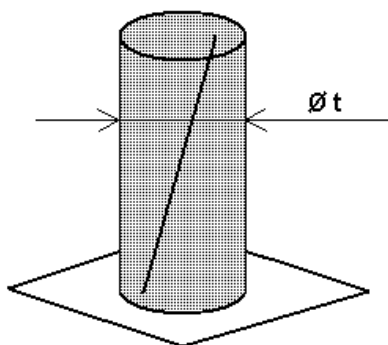
La zone de tolérance est délimitée par un parallélépipède perpendiculaire au plan de référence. Sa section est de $t1 \times t2$. La longueur de contrôle est la longueur de l'élément mesuré.

Exemple



L'axe du cylindre doit être contenu dans un parallélépipède de section 0.05×0.02 et de hauteur égale à la longueur de l'arbre toléré. Ce parallélépipède est perpendiculaire au plan de référence. Ce cas peut être ramené à deux fois le cas n°1.

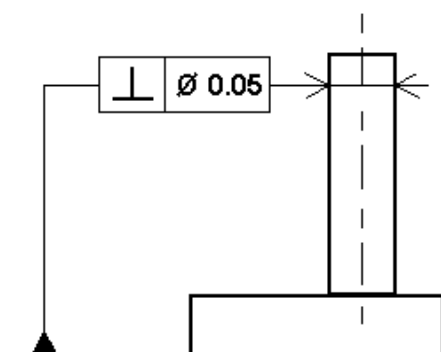
Cas n°3, La zone de tolérance est cylindrique, dans ce cas la tolérance doit être précédé du symbole $\varnothing$.



La zone de tolérance est limitée par un cylindre perpendiculaire au plan de référence et de diamètre « t ».

La longueur de contrôle correspond à la longueur de l'élément mesuré.

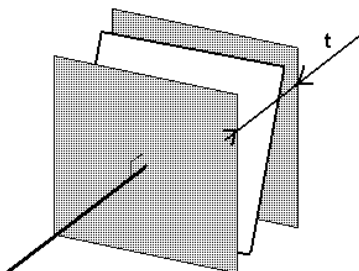
Exemple :



L'axe de l'arbre vertical doit être compris dans un cylindre de diamètre 0.05 et perpendiculaires au plan (face de référence).

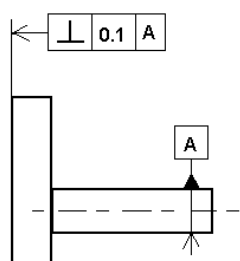
La longueur de contrôle est la hauteur de l'arbre.

Perpendicularité d'une surface par rapport à une droite.



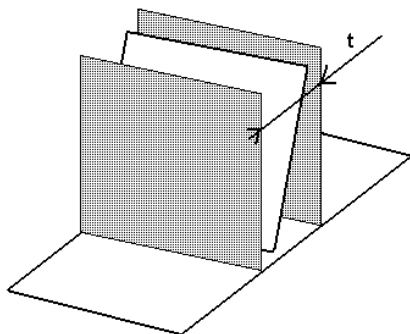
La zone de tolérance est délimitée par deux plans parallèles distants de « t ». Ces plans sont perpendiculaires à l'axe de référence. L'étendue de mesure est celle de l'élément contrôlé (donc le plan).

Exemple :



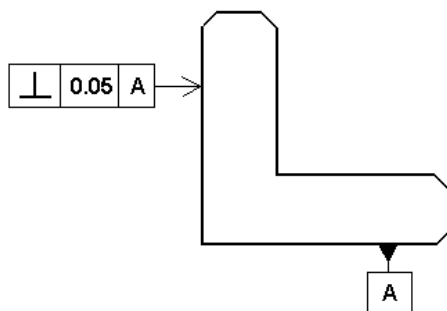
La surface contrôlée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0.1 mm et perpendiculaire à l'axe du cylindre A.

Perpendicularité d'une surface par rapport à un plan.

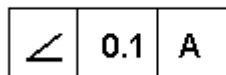


La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de « t » et perpendiculaire au plan de référence. L'étendue de mesure est celle de l'élément mesuré.

Exemple :



Le plan vertical doit être contenu entre deux plans parallèles et distants de 0.05 mm. Ces deux plans sont perpendiculaires au plan de référence A. L'étendue de mesure correspond à l'étendue du plan vertical.

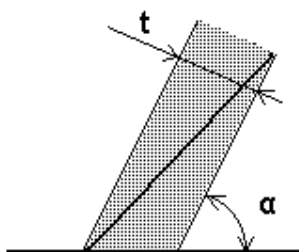
INCLINAISONSymbole : 

Avec ce symbole plusieurs zones de tolérance sont possibles. Cela est fonction de l'élément de référence et de l'élément tolérancé.

Remarque : le parallélisme et la perpendicularité sont des cas particuliers de la tolérance d'inclinaison.

Inclinaison d'une ligne par rapport à une droite.

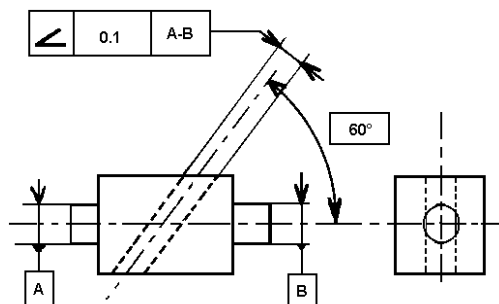
La zone de tolérance est « t » :



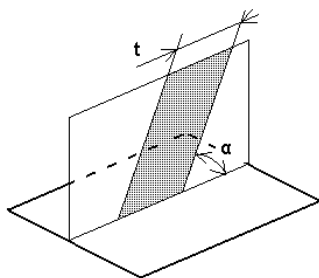
La zone de tolérance, projetée sur un plan, est limitée par deux droites parallèles distantes de « t ». Elles sont inclinées d'un angle théorique α par rapport à la droite de référence. La longueur de contrôle est la longueur de l'élément mesuré.

Remarque : le plan choisi pour la projection est parallèle à la vue. De plus l'élément de référence appartient à ce plan

Exemple :



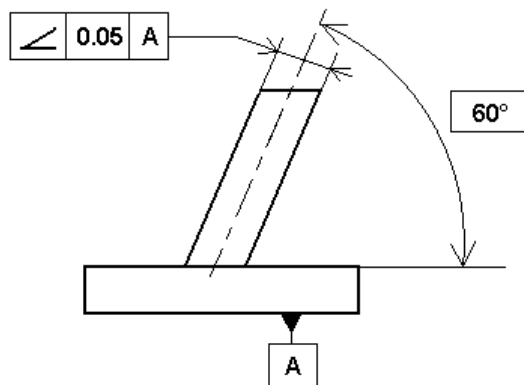
L'axe de l'alésage incliné doit être compris entre deux droites parallèles et distantes de 0.1 mm. Ces droites sont inclinées de 60° par rapport à l'axe de référence passant par A et B. Le plan de projection est parallèle au dessin et passe par l'axe A-B.

Inclinaison d'une ligne par rapport à un plan.

La zone de tolérance, projetée sur un plan, est comprise entre deux droites parallèles et distantes de la tolérance (exemple $t = 0.1$). Celles-ci sont inclinées d'un angle théorique α par rapport au plan de référence.

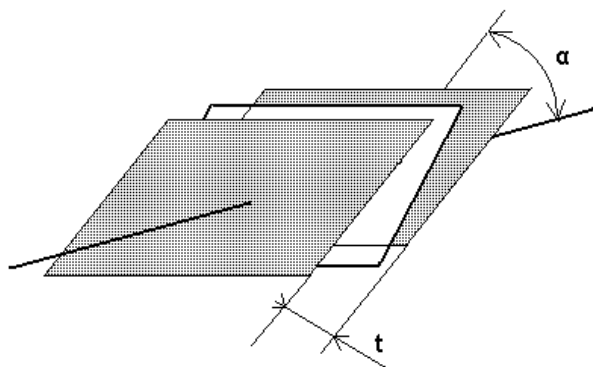
Si aucune indication n'est portée sur le plan, la longueur de contrôle est la longueur réelle de l'élément tolérancé.

Exemple :



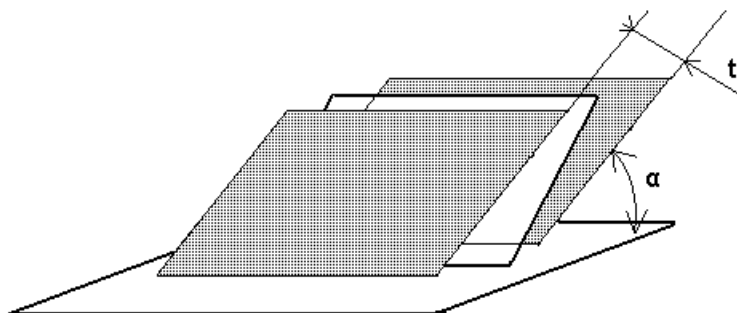
L'axe de l'arbre incliné doit être compris entre deux droites inclinées de 60° par rapport au plan (face de référence). Ces deux droites de tolérance sont parallèles et distantes de 0.05 mm. De plus le plan de projection est le plan de la vue. La longueur de contrôle est la longueur réelle de l'arbre.

Inclinaison d'une surface par rapport à une droite.



La zone de tolérance est située entre deux plans parallèles et distants de la valeur de la tolérance. Ces deux plans sont inclinés d'un angle théorique α par rapport à la droite de référence. La mesure se fait sur l'étendue de la surface.

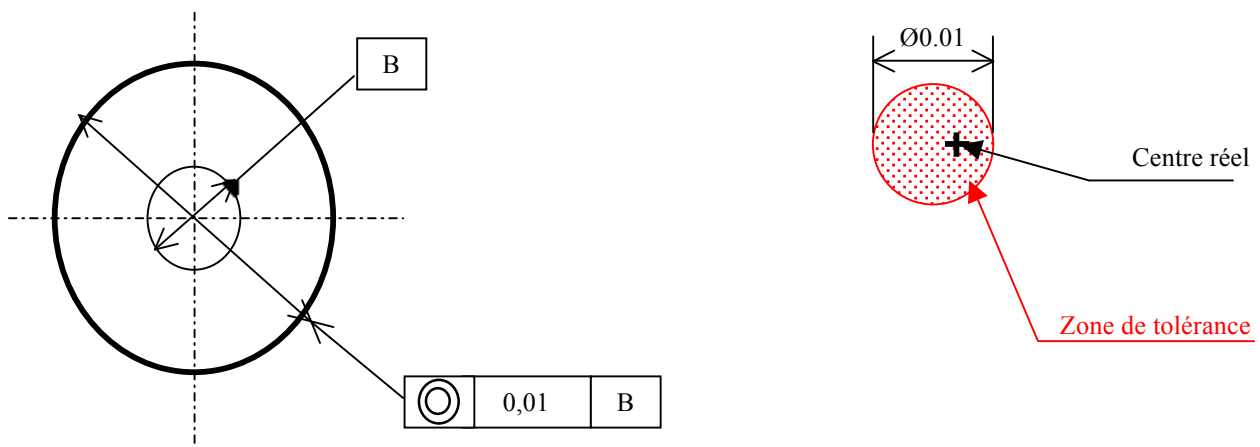
Inclinaison d'une surface par rapport à un plan.



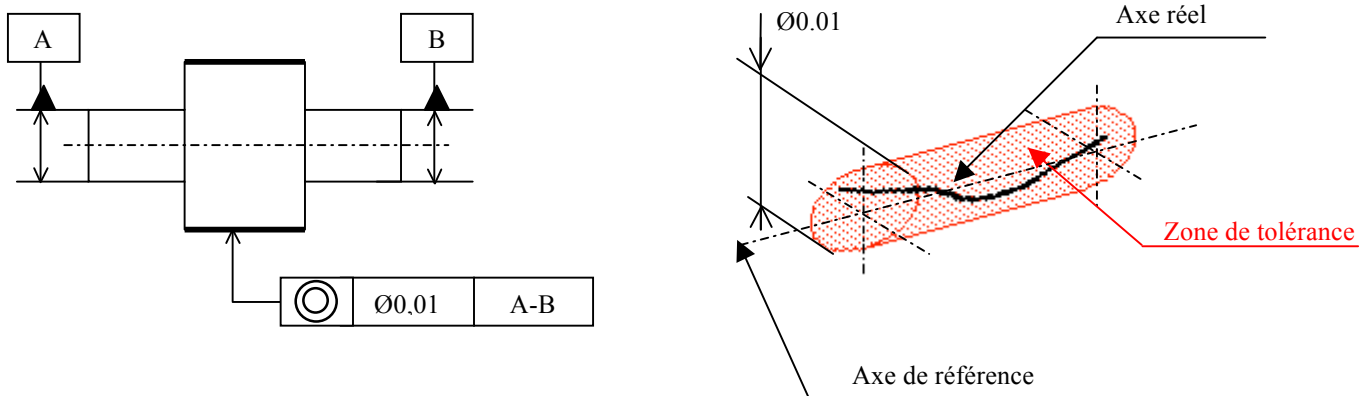
La zone de tolérance est située entre deux plans parallèles et distants de la valeur de la tolérance. Ces deux plans sont inclinés d'un angle théorique α par rapport au plan de référence. La mesure se fait sur l'étendue de la surface mesurée.

III- Tolérance de position :**CONCENTRICITE :**Symbole 

Interprétation : Le centre du cercle tolérancé doit être compris dans un cercle de diamètre 0.01 mm concentrique au centre de référence.

**COAXIALITE :**Symbole 

Interprétation : L'axe du cylindre tolérancé doit être compris dans un cylindre de diamètre 0.01 mm coaxial à l'axe de référence.

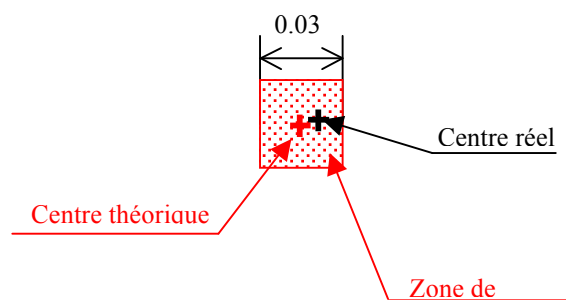
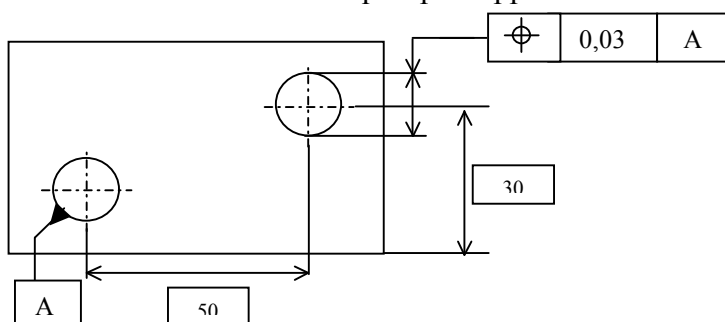
**LOCALISATION :**

Symbole : 

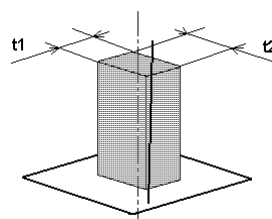
Les tolérances de localisation sont obligatoirement positionnées ou orientées par une cote linéaire ou angulaire.

Interprétation :

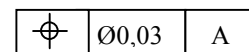
- Le centre du cercle tolérancé doit se situer dans un carré de côté égale à 0.03 mm dont le centre est situé aux cotes théoriques par rapport à la référence.



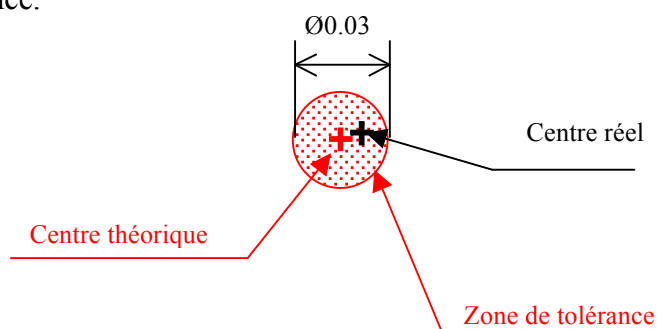
- Le centre de l'élément tolérancé doit se situer dans un parallélépipède de côté égale à 0.03 mm dont l'axe est situé par les cotes théoriques encadrées.



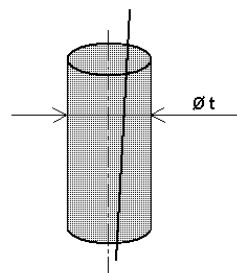
Remarque : Si la tolérance est précédée du signe Ø, l'interprétation sera la suivante :



- Le centre du cercle tolérancé doit se situer dans un cercle de Ø0.03 mm dont le centre est situé aux cotes théoriques par rapport à la référence.



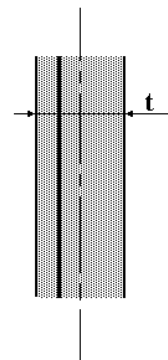
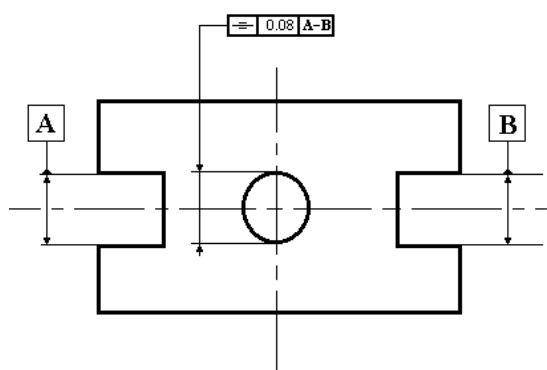
- L'axe de l'élément tolérancé doit se situer dans un cylindre de Ø0.03 mm dont l'axe est situé par les cotes encadrées.



SYMETRIE :Symbole : 

- Si la tolérance est prescrite uniquement suivant un axe:

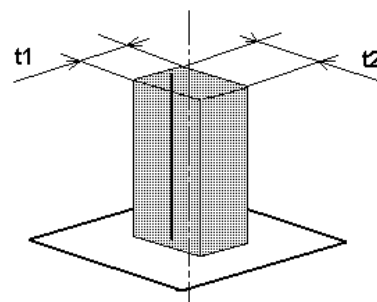
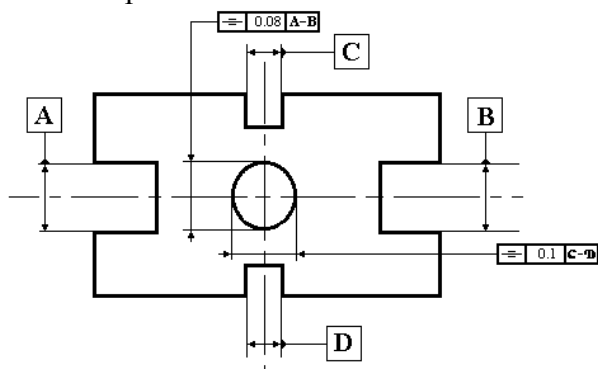
La zone de tolérance, lorsqu'elle est projetée dans un plan, est limitée par deux droites parallèles distantes de t et disposées symétriquement par rapport à l'axe ou au plan de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.



Interprétation : l'axe du cercle doit être compris entre deux droites parallèles distantes de 0.08 et disposées symétriquement par rapport à l'axe A-B.

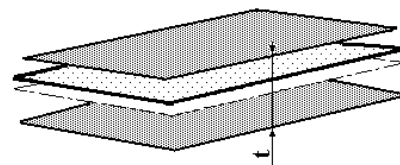
- Si la tolérance est prescrite suivant deux directions:

La zone de tolérance est limitée par un parallélépipède de section $t1 \times t2$ dont l'axe est celui de la référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié.



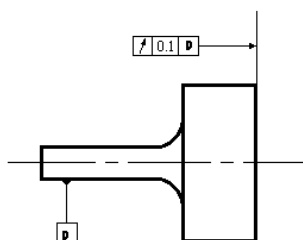
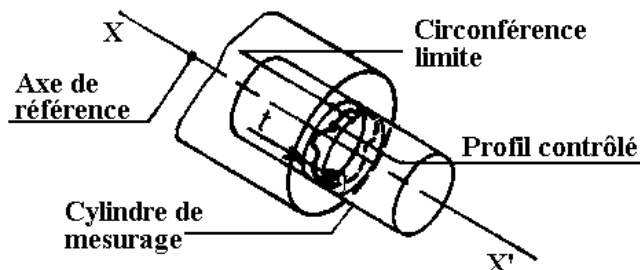
Interprétation : l'axe du cylindre doit être compris dans un parallélépipède de 0.08 par 0.1 dont l'axe est défini par l'intersection des deux plans médians A-B et C-D

La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et disposé symétriquement par rapport à l'axe ou au plan médian de référence. Son étendue est celle de l'élément spécifié.



BATTEMENTS SIMPLES :Symbole : Battement axial:

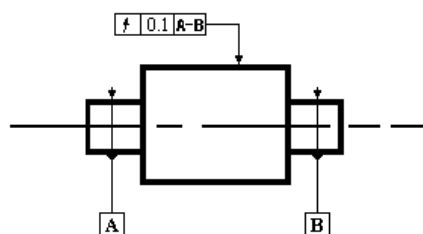
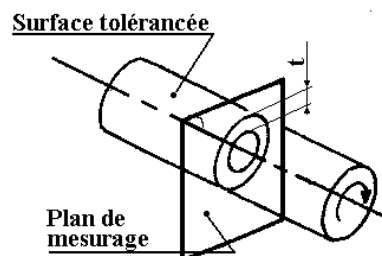
La zone de tolérance est limitée pour chaque position radiale par deux circonférences distantes de t situées sur le cylindre de mesure dont l'axe coïncide avec l'axe de référence.



Interprétation : Le battement axial ne doit pas dépasser 0.1 dans chaque position de mesure pendant une révolution complète autour de l'axe **D**.

Battement radial:

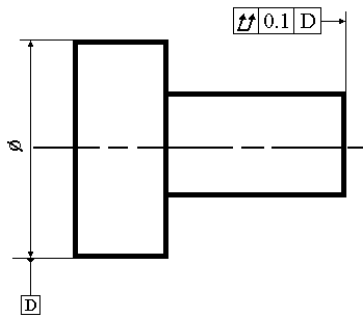
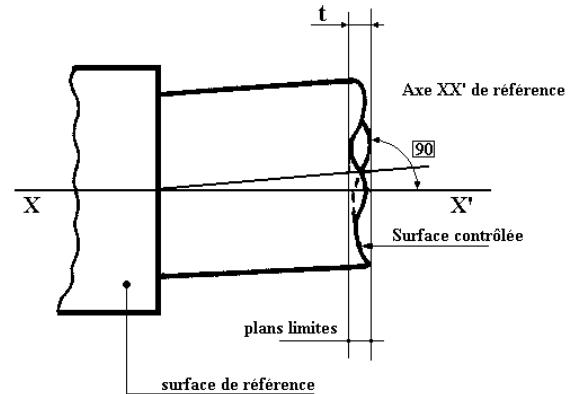
La zone de tolérance est limitée dans chaque plan de mesure perpendiculaire à l'axe par deux cercles concentriques distants de t dont le centre coïncide avec l'axe de référence.



Interprétation : Le battement radial ne doit pas dépasser 0.1 dans chaque plan de mesure pendant une révolution complète autour de l'axe de référence **A-B**.

BATTEMENT TOTAL :Symbole : Battement axial:

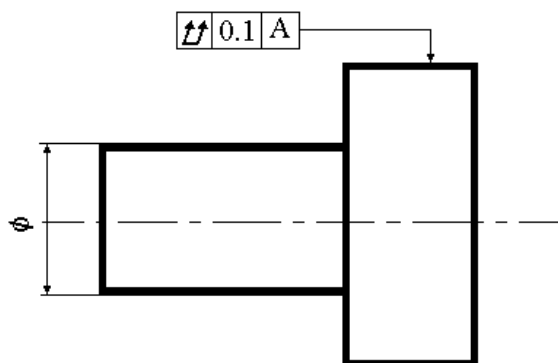
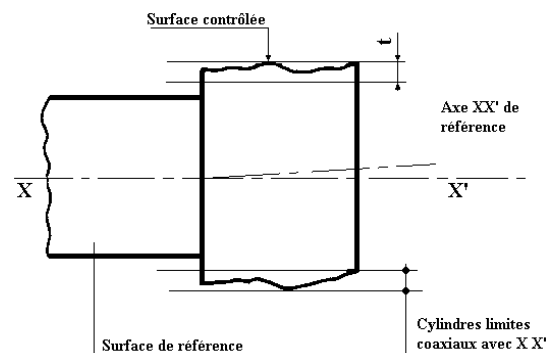
La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t perpendiculaire à l'axe de référence.
Sa longueur est celle de l'élément spécifié.



Interprétation : Le battement radial ne doit pas dépasser 0.1 dans chaque plan de mesure pendant une révolution complète autour de l'axe de référence **D**

Battement radial:

La zone de tolérance est limitée par deux surfaces cylindriques ,distantes de t ayant pour axe commun l'axe de référence. Sa longueur est celle de l'élément spécifié .



Interprétation : La surface de l'élément tolérancé doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux distants de 0.1 dont les axes coïncident avec l'axe de référence **A**.

COTATION FONCTIONNELLE AU MAXIMUM-MATIERE

Le montage de pièces dépend de la relation entre la dimension réelle et les écarts géométriques réels des éléments à ajuster, tel que des trous de passage de vis.

Le jeu d'assemblage minimal existe lorsque chacun des éléments conjugués est à sa dimension au maximum de matière (ex: le plus grand boulon et le plus petit alésage) et lorsque l'écart géométrique (ex: les écarts de position) est également à son maximum.

Le jeu d'assemblage augmente jusqu'au maximum lorsque les dimensions réelles des éléments assemblés s'éloignent des dimensions au maximum de matière (ex: le plus petit boulon et le plus grand alésage) et lorsque les écarts géométriques (ex: les écarts de position) sont nuls.

Il ressort que si les dimensions réelles d'un élément conjugué n'atteignent pas leurs dimensions au maximum de matière, les tolérances géométriques indiquées peuvent être augmentées sans nuire à l'assemblage de l'autre pièce.

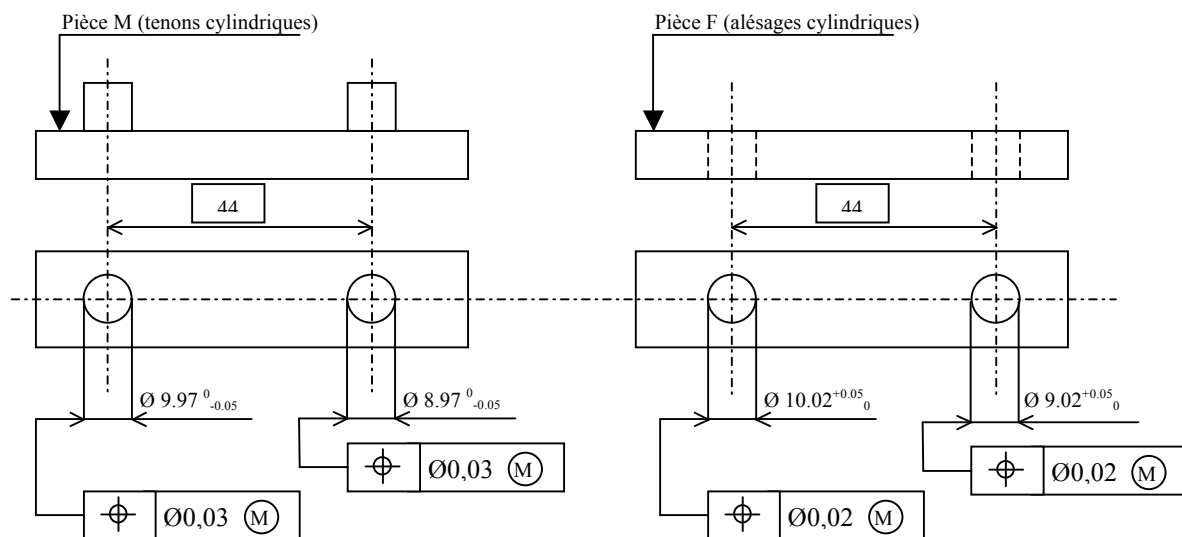
C'est le principe du maximum matière que l'on symbolise ainsi : 

La Cotation fonctionnelle au maximum-matière permet une cotation de position pour des éléments dans un état limite matière (cote maxi pour les contenus « alésage », cote mini pour les contenants « arbres »).

L'intérêt est de pouvoir (dans certains cas) accepter des pièces hors tolérances de position si celles-ci sont en deçà de leur maximum-matière.

Les cotes peuvent se rapporter à des axes ou à des plans de symétrie. La position des axes peut être une localisation, une symétrie ou une concentricité.

Les états limites au maximum-matière correspondent au maximum de matière admissible en fonction du jeu minimale.



On admet une cotation permettant de prélever, sur la tolérance de jeu, une certaine quantité de tolérance qui sera affectée à la position.

La tolérance de jeu est ainsi répartie sur les deux sources de dispersions possibles

- Diamètre des alésages.
- Positions axiale au maximum-matière.

On notera la tolérance prélevée pour la position de chaque axe suivie du symbole $\textcircled{M}$

Supposons que la tolérance de position pour chaque axe des éléments au maximum-matière soit :

- 0.03 mm pour la pièce M et donc par prélèvement sur la cote diamétrale

$$\text{Ø}10^{-0.03}_{-0.08} \quad \text{Ø}9^{-0.03}_{-0.08}$$

- 0.02 mm pour la pièce F et donc

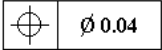
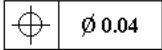
$$\text{Ø}10^{+0.07}_{+0.02} \quad \text{Ø}9^{+0.07}_{+0.02}$$

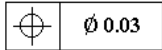
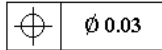
La cotation au maximum matière s'écrit comme sur les figures ci-dessus.

La cote 44 reste une cote idéale car la position des axes est localisée dans un cercle de diamètre précisé avant maximum matière.

Une pièce hors tolérance de position peut être acceptée si elle est en deçà du maximum matière.

Exemple : supposons des pièces sortant de l'usinage

Pièce M Ø 9.94  Ø 8.95 

Pièce F Ø 10.03  Ø 9.03 

Théoriquement les pièces M et F sont rebutées (tolérance de position) mais en suivant l'exemple précédent on peut écrire :

Pièce M Ø10-0.06 et Ø9-0.05

Pièce F Ø10+0.03 et Ø9+0.03

On peut admettre une tolérance de position prise sur le jeu de 0.05 pour la pièce M et 0.03 mm pour la pièce F.

On vérifie en calculant les limites et par l'utilisation d'un calibre.

Les pièces bien que hors tolérance, seront acceptées parce qu'elles ne sont pas dans la limite au maximum-matière.