

TOLERANCES GEOMETRIQUES GENERALITES

Page 1/64

Sans restriction d'utilisation

AVANT-PROPOS

La présente norme **est identique (IDT) au projet de norme NF EN ISO/DIS 1101 (F)**.

INTRODUCTION

La présente norme renferme toutes les informations nécessaires à la définition géométrique des pièces. Elle donne les premières bases du tolérancement géométrique et décrit les notions fondamentales requises. Il est cependant conseillé de consulter les normes indiquées comme documents cités au tableau 2 du § 4 pour de plus amples informations

Pour les besoins de la présente norme, les chiffres et annotations dans les figures sont écrits en lettres droites. Il faut considérer qu'ils peuvent être écrits en italique sans en modifier pour autant la signification.

Pour des raisons d'uniformité, les figures de la présente norme sont disposées suivant la méthode de projection du premier dièdre, et les dimensions et tolérance sont indiquées en millimètre. Il est entendu que les principes établis s'appliquent également à la méthode de projection du troisième dièdre, et à d'autres unités.

Les figures représentées dans la présente norme illustrent simplement le texte et ne prétendent pas refléter des applications réelles. En conséquence, les figures ne sont pas complètement cotées et tolérancées ; elles illustrent simplement les principes généraux concernés.

Pour la présentation complète proportions et dimensions des symboles de tolérancement géométrique, voir la norme ISO 7083.

L'annexe A "Anciennes pratiques" est donnée pour information. Elle présente certaines indications de dessin, qui ont été retirées de la présente norme et ne sont plus utilisées.

SOMMAIRE

1. OBJET	2
2. DOMAINE D'APPLICATION	2
3. GÉNÉRALITÉS	3
3.1. RECTITUDE	4
3.2. PLANÉITÉ	5
3.3. CIRCULARITÉ	6
3.4. CYLINDRICITÉ	7
4. SYMBOLES	8
5. CADRE DE TOLÉRANCE	10
6. ÉLÉMENTS TOLÉRANCÉS	11
7. ZONES DE TOLÉRANCES	12
8. RÉFÉRENCES SPÉCIFIÉES	14
9. INDICATIONS SPÉCIALES	16
10. SPÉCIFICATIONS RESTRICTIVES	17
11. DIMENSIONS THÉORIQUES EXACTES	18
12. ZONE DE TOLÉRANCE PROJETÉE	18
13. EXIGENCE DU MAXIMUM DE MATIÈRE	19
14. EXIGENCE DU MINIMUM DE MATIÈRE	19
15. CONDITION À L'ÉTAT LIBRE	19
16. RELATION ENTRE TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	20
17. DÉFINITIONS DES TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	20
ANNEXE A (INFORMATIVE)	62
18. HISTORIQUE ET DOCUMENT CITÉS	64
18.1. HISTORIQUE	64
18.2. DOCUMENTS CITÉS	64
18.3. EQUIVALENT À :	64
18.4. CONFORME À :	64
18.5. MOTS CLEFS	64

1.OBJET

La présente norme donne les principes de symbolisation et d'indication sur les dessins techniques des tolérances de forme, orientation, position et battement, et en fixe les définitions géométriques nécessaires. Le terme "tolérances géométriques" est utilisé dans ce document comme terme générique recouvrant l'ensemble de ces tolérances. Cette norme traite aussi de la théorie des indications sur les dessins et donne des informations relatives à divers symboles supplémentaires.

2.DOMAINE D'APPLICATION

Les tolérances géométriques doivent être prescrites en tenant compte des exigences fonctionnelles. Les exigences de fabrication et de contrôle peuvent aussi influencer sur le tolérancement géométrique.

Nota : *Le fait d'indiquer une tolérance géométrique n'implique pas nécessairement l'emploi d'un procédé particulier de fabrication, de mesurage ou de vérification.*

3.GENERALITES

Une tolérance géométrique appliquée à un élément définit la zone de tolérance à l'intérieur de laquelle cet élément doit être compris.

Un élément est une partie caractéristique spécifique d'une pièce, telle que point, ligne ou surface ; ces éléments peuvent exister physiquement (par exemple la surface externe d'un cylindre) ou être dérivés (par exemple un axe ou une surface médiane).

La zone de tolérance est, suivant la caractéristique tolérancée et la manière dont celle-ci est cotée :

- soit la surface à l'intérieur d'un cercle ;
- soit la surface entre deux cercles concentriques ;
- soit la surface entre deux lignes équidistantes ou deux droites parallèles ;
- soit l'espace à l'intérieur d'un cylindre ou entre deux cylindres coaxiaux ;
- soit l'espace entre deux surfaces équidistantes ou deux plans parallèles ;
- soit l'espace à l'intérieur d'une sphère.

Sauf indication plus restrictive, exprimée par exemple par une annotation (voir figure 10), la forme ou l'orientation de l'élément tolérancé peut être quelconque à l'intérieur de la zone de tolérance.

Sauf indication contraire spécifiée conformément aux articles 10 et 12, la tolérance s'applique à toute l'étendue de l'élément considéré.

Les tolérances géométriques attribuées aux éléments rapportés à une référence ne limitent pas l'écart de forme de l'élément de référence lui-même. Il peut être nécessaire de prescrire des tolérances de forme pour le(s) élément(s) de référence.

Quelques définitions de zones de tolérance sont données par la suite ; elles sont basées sur des éléments géométriques idéaux (voir 3.1, 3.2, 3.3 et 3.4). Ces exemples ont pour but de montrer comment évaluer les écarts de forme d'éléments réels et les comparer aux zones de tolérances.

3.1.RECTITUDE

La rectitude d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque la distance de chacun de ses points à une ligne droite en contact avec elle est inférieure ou égale à la valeur de la tolérance spécifiée. L'orientation de la ligne droite doit être choisie de façon à ce que la plus grande distance entre la ligne réelle de l'élément considéré et cette droite soit minimale.

Exemple :

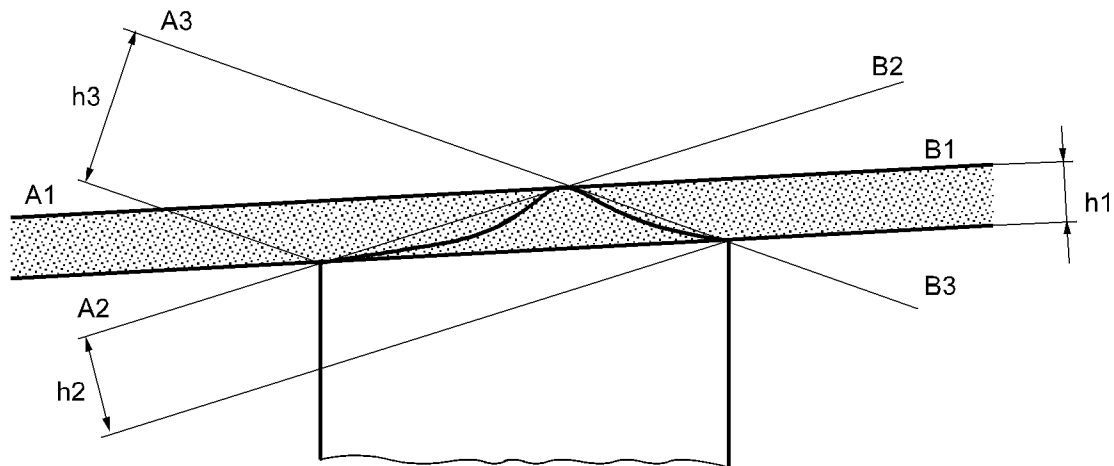


Figure 1

Orientations possibles de la ligne droite :	A1 - B1		A2 - B2		A3 - B3
Distances correspondantes :	$h1$		$h2$		$h3$
Dans le cas de la figure 1 :	$h1$	<	$h2$	<	$h3$

En conséquence, l'orientation correcte de la ligne droite est A1 - B1. La distance $h1$ doit être au plus égale à la tolérance spécifiée.

3.2.PLANEITE

La planéité d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque la distance de chacun de ses points à un plan en contact avec lui est inférieure ou égale à la valeur de la tolérance spécifiée. L'orientation du plan est choisie de façon à ce que la plus grande distance entre la surface réelle de l'élément considéré et ce plan soit minimale.

Exemple :

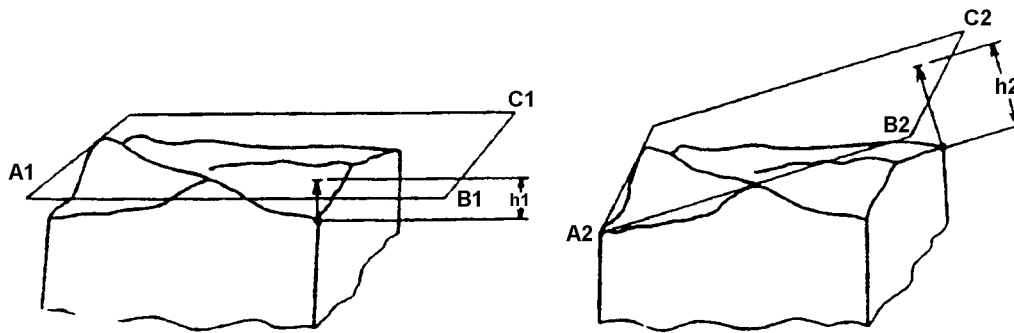


Figure 2

Orientations possibles du plan :	A1 - B1 - C1		A2 - B2 - C2
Distances correspondantes :	$h1$		$h2$
Dans le cas de la figure 2 :	$h1$	<	$h2$

En conséquence, l'orientation correcte du plan est A1 - B1 - C1. La distance $h1$ doit être au plus égale à la tolérance spécifiée.

3.3.CIRCULARITE

La circularité d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque l'élément est compris entre deux cercles concentriques distants d'une valeur au plus égale à la tolérance spécifiée. La position des centres de ces cercles et la valeur de leurs rayons doivent être choisies de façon à ce que la distance radiale entre les deux cercles concentriques soit minimale.

Exemple :

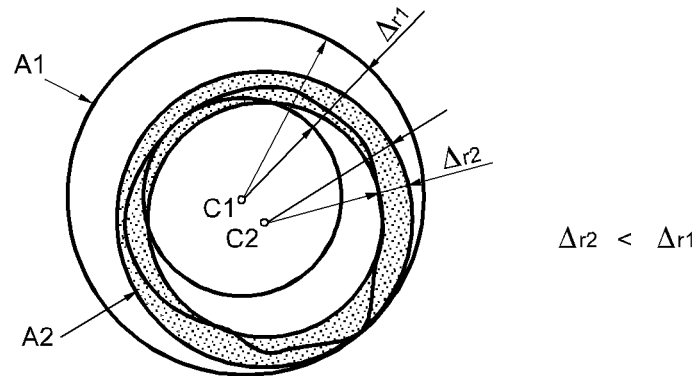


Figure 3

Position possible des centres des deux cercles concentriques et distance radiale minimale.

Le centre (C1) de A1 positionne deux cercles concentriques.

Le centre (C2) de A2 positionne deux cercles concentriques avec une distance radiale minimale.

Distances radiales correspondantes :	$\Delta r1$	et	$\Delta r2$
Dans le cas de la figure 3 :	$\Delta r2$	<	$\Delta r1$

En conséquence, la position correcte des deux cercles concentriques est celle désignée A2. La distance radiale $\Delta r2$ devrait être inférieure ou égale à la tolérance spécifiée.

3.4.CYLINDRICITE

La cylindricité d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque l'élément est compris entre deux cylindres coaxiaux distants d'une valeur au plus égale à la tolérance spécifiée. La position des axes de ces cylindres et la valeur de leurs rayons doivent être choisies de façon à ce que la distance radiale entre les deux cylindres coaxiaux soit minimale.

Exemple :

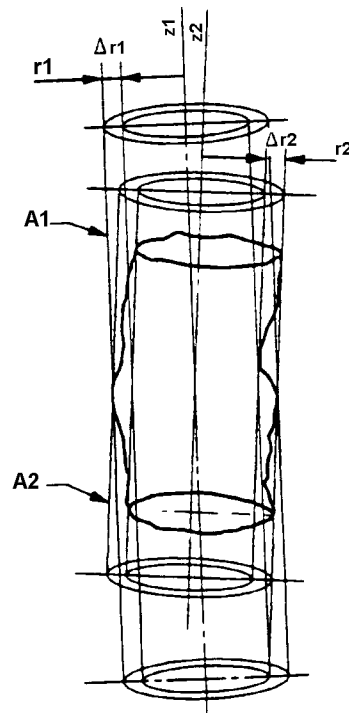


Figure 4

Position possible des axes des deux cylindres coaxiaux et distance radiale minimale.

L'axe (Z1) de A1 positionne deux cylindres coaxiaux.

L'axe (Z2) de A2 positionne deux cylindres coaxiaux avec une distance radiale minimale.

Distances radiales correspondantes :	$\Delta r1$	et	$\Delta r2$
Dans le cas de la figure 4 :	$\Delta r2$	<	$\Delta r1$

En conséquence, la position correcte des deux cylindres coaxiaux est celle désignée A2. La distance radiale $\Delta r2$ devrait être inférieure ou égale à la tolérance spécifiée.

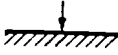
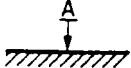
4.SYMBOLES

Tableau 1 - Symboles pour caractéristiques tolérancées

Tolérance	Caractéristique	Symbole	Référence associée	Paragraphe
Forme	Rectitude		non	17.1
	Planéité		non	17.2
	Circularité		non	17.3
	Cylindricité		non	17.4
Profil	Profil d'une ligne		oui ou non	17.5
	Profil d'une surface		oui ou non	17.6
Orientation	Parallélisme		oui	17.7
	Perpendicularité		oui	17.8
	Inclinaison		oui	17.9
Position	Localisation		oui ou non	17.10
	Concentricité (pour des centres) Coaxialité (pour des axes)		oui	17.11
	Symétrie		oui	17.12
Battement	Battement circulaire		oui	17.13
	Battement total		oui	17.14

TOLERANCES GEOMETRIQUES - GENERALITES	A32 2100	9/64
--	-----------------	------

Tableau 2 - Symboles complémentaires

Description		Symbole	Paragraphe
Indication de l'élément tolérancé	directement		6
	par lettre		7
Indication de l'élément de référence			8
Indication de référence partielle			Voir norme A 32 2125
Dimension théorique exacte			11
Zone de tolérance projetée			12 et voir norme A 32 2150
Exigence du maximum de matière			13 et voir norme A 32 2160
Exigence du minimum de matière			14 et voir norme A 32 2160
Condition à l'état libre (pièces non rigides)			15 et voir norme ISO 10579
Tout autour (profil)			9
Exigence de l'enveloppe			Voir norme A 32 0200

5.CADRE DE TOLERANCE

Les exigences de tolérances sont indiquées dans un cadre rectangulaire divisé en deux cases ou plus. Ces cases contiennent, de gauche à droite, dans l'ordre suivant (voir figures 5, 6, 7 et 8) :

- le symbole de la caractéristique à tolérer ;
- la valeur de la tolérance dans l'unité utilisée pour la cotation linéaire. Cette valeur est précédée du signe "Ø" si la zone de tolérance est circulaire ou cylindrique ou, de "SØ" si la zone de tolérance est sphérique ;
- le cas échéant, la (les) lettre(s) permettant d'identifier l'élément de référence ou le système de référence (voir figures 6, 7 et 8).

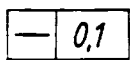


Figure 5

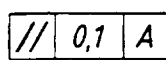


Figure 6

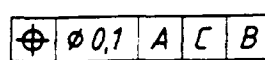


Figure 7

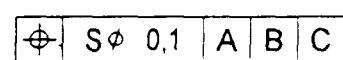


Figure 8

Lorsque la tolérance s'applique à plus d'un élément, par exemple 6 éléments, ceci doit être indiqué au-dessus du cadre, par "6x" ou "6 trous" par exemple (voir figure 9).

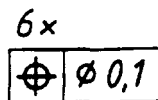
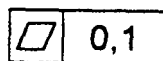


Figure 9

Si nécessaire, des indications caractérisant la forme de l'élément à l'intérieur de la zone de la tolérance doivent être écrites près de l'élément tolérancé et de préférence en dessous du cadre de tolérance (voir figure 10).



non convexe

Figure 10

S'il est nécessaire de spécifier plus d'une caractéristique de tolérance pour un élément, les spécifications de tolérances peuvent être données dans des cadres de tolérance placés, pour des raisons de commodité, l'un au dessous de l'autre (voir figure 11).

—	0,01	
//	0,06	B

Figure 11

6.ELEMENTS TOLERANCES

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 sur le prolongement du contour (mais clairement séparé de la ligne de cote), si la tolérance s'applique à la ligne ou à la surface elle-même (voir figures 12 et 13). La flèche peut aboutir sur une ligne de repère reliée à la surface réelle (voir figure 14).

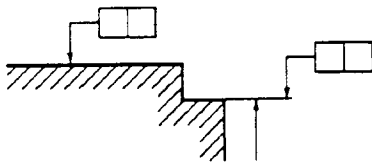


Figure 12

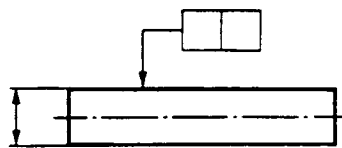


Figure 13

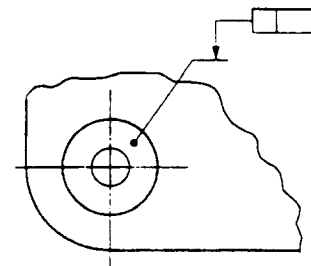


Figure 14

- dans le prolongement de la ligne de cote, lorsque la tolérance s'applique à l'axe, au plan médian ou au centre de l'élément ainsi coté (voir figures 15, 16 et 17).

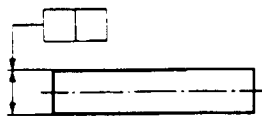


Figure 15

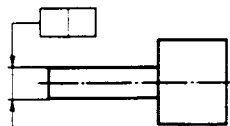


Figure 16

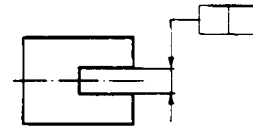


Figure 17

7.ZONES DE TOLERANCES

La largeur de la zone de tolérance est dans la direction spécifiée (voir figures 18 et 19), ou dans une direction normale à la géométrie spécifiée (voir figures 20 et 21) sauf indication contraire (voir figures 22 et 23).

Dans le cas de la circularité, la largeur de la zone de tolérance est toujours dans une direction perpendiculaire à l'axe nominal.

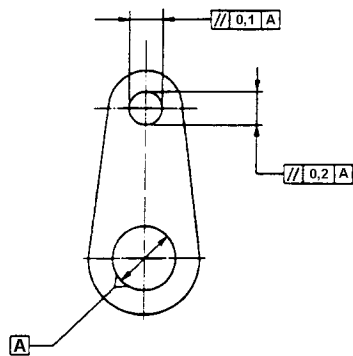


Figure 18

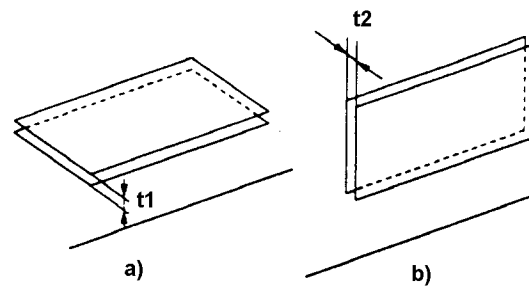


Figure 19

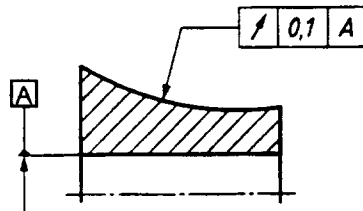


Figure 20

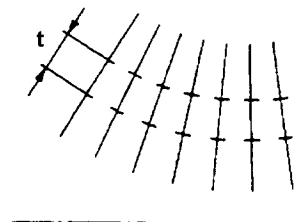


Figure 21

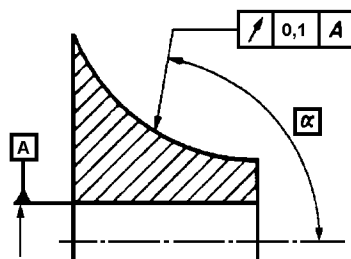


Figure 22

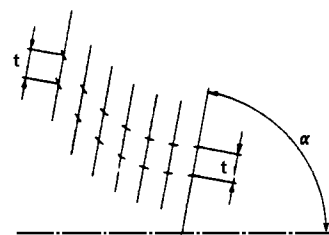


Figure 23

Nota : L'angle α représenté à la figure 22 doit toujours être indiqué, même s'il est égal à 90° .

La zone de tolérance est cylindrique (voir figures 24 et 25) ou circulaire si la valeur de la tolérance est précédée du signe "Ø", ou sphérique si elle est précédée du signe "SØ".

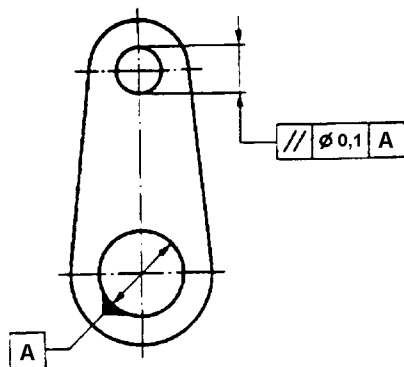


Figure 24

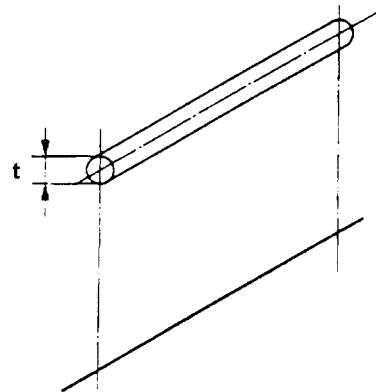


Figure 25

Des zones de tolérance individuelles de même valeur appliquées à plusieurs éléments séparés, peuvent être spécifiées comme illustré aux figures 26 et 27.

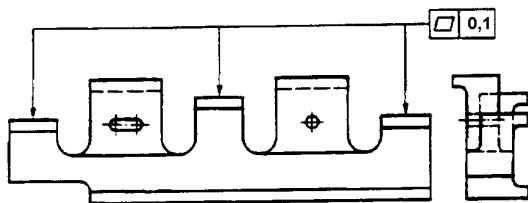


Figure 26

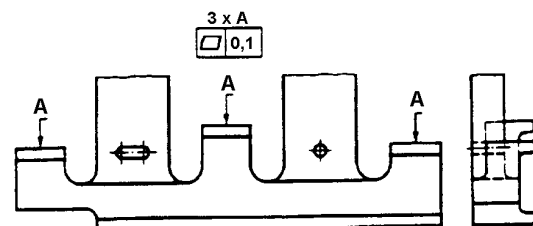


Figure 27

Lorsqu'une zone de tolérance unique s'applique à plusieurs éléments séparés, l'exigence doit être indiquée par les mots "zone commune" au dessus du cadre de tolérance (voir figures 28 et 29).

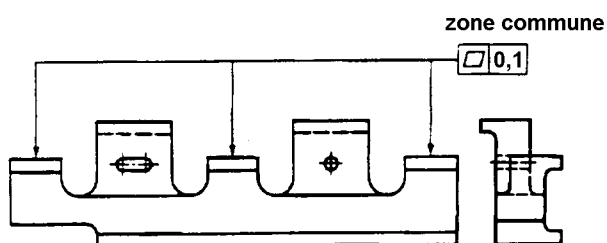


Figure 28

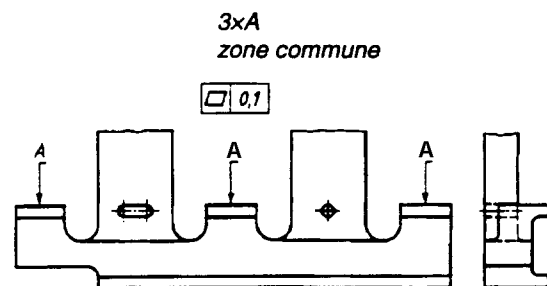


Figure 29

8. REFERENCES SPECIFIEES

Les références spécifiées doivent être indiquées comme précisé dans les paragraphes ci-dessous. Pour de plus amples renseignements, voir A 32 2125.

La référence spécifiée à laquelle se rapporte un élément tolérancé est identifiée par une lettre de référence. Une lettre majuscule est inscrite dans un cadre relié à un triangle de référence noirci ou non pour identifier la référence spécifiée (voir figures 30 et 31). Cette lettre est répétée dans le cadre de tolérance. Il n'y a pas de différence de signification entre un triangle de référence noirci et un triangle de référence non noirci.

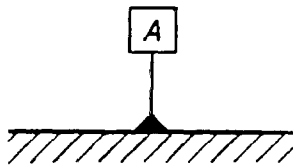


Figure 30

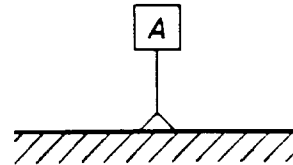


Figure 31

Le triangle de référence avec la lettre de référence est placé :

- sur le contour de l'élément ou un prolongement du contour (mais clairement séparé de la ligne de cote), si l'élément de référence est la ligne ou la surface elle-même (voir figure 32). Le triangle de référence peut être placé sur une ligne de repère reliée à la surface réelle (voir figure 33).

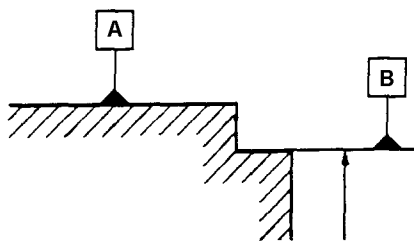


Figure 32

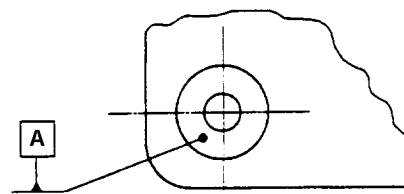


Figure 33

- dans le prolongement de la ligne de cote lorsque l'élément de référence est l'axe, le plan médian ou le centre de l'élément ainsi coté (voir figures 34 à 36). S'il n'y a pas assez de place pour deux flèches, l'une d'elle peut être remplacée par le triangle de référence (voir figures 35 et 36).

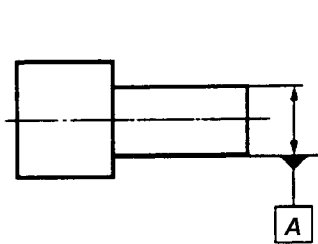


Figure 34

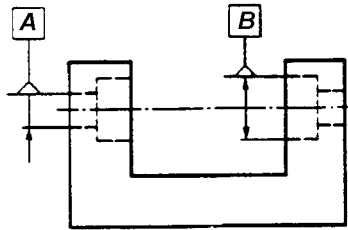


Figure 35

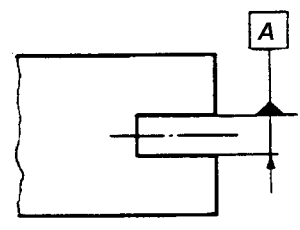


Figure 36

Une référence spécifiée par un élément isolé est identifiée par une lettre majuscule (voir figure 37).

Si un système de références est déterminé par deux ou trois éléments, c'est-à-dire dans le cas de références multiples, les lettres majuscules des références spécifiées sont indiquées de gauche à droite, dans l'ordre de priorité des éléments et dans des cases différentes (voir figure 39).

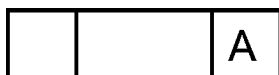


Figure 37

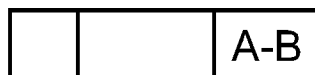


Figure 38

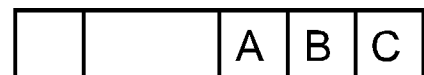


Figure 39

9.INDICATIONS SPECIALES

Si une tolérance de profil s'applique à tout le contour des sections droites ou si elle s'applique à toute la surface délimitant le contour, ceci doit être précisé en utilisant le symbole "tout autour" (voir figures 40 et 41).

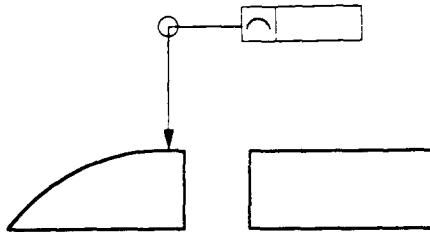


Figure 40

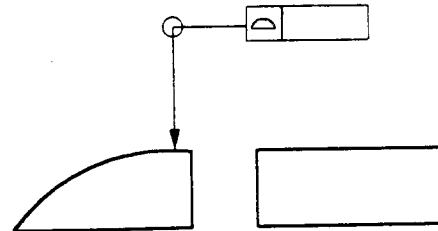


Figure 41

Les tolérances et les références spécifiées prescrites pour les filetages s'appliquent à l'axe dérivé du cylindre primitif, sauf spécification contraire, par exemple "MD" pour diamètre extérieur (voir figures 42 et 43). Les tolérances et les références spécifiées prescrites pour les engrenages et les cannelures doivent désigner l'élément spécifique auquel elles s'appliquent, par exemple "PD" pour diamètre primitif, "LD" pour diamètre intérieur ou "MD" pour diamètre extérieur.

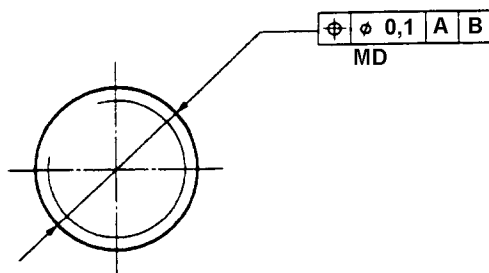


Figure 42

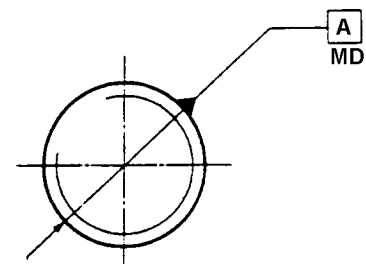


Figure 43

10.SPECIFICATIONS RESTRICTIVES

Si une tolérance est appliquée, pour la même caractéristique, sur une longueur restreinte, placée n'importe où sur l'élément, la valeur de cette longueur restreinte doit être ajoutée à la suite de la valeur de la tolérance et séparée par un trait oblique. Une telle indication peut être inscrite dans le compartiment inférieur du cadre de tolérance, directement au-dessous de la tolérance de l'élément complet (voir figure 44).

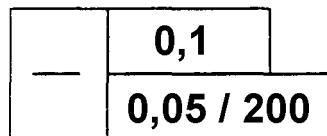


Figure 44

Si la tolérance est appliquée à une partie restreinte seulement, cette partie doit être indiquée et cotée (voir figures 45 et 46).

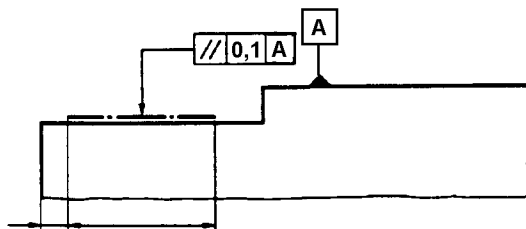


Figure 45

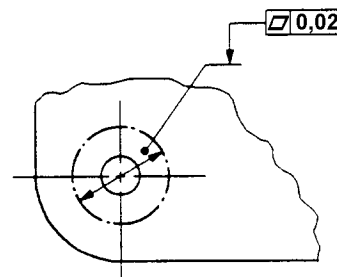


Figure 46

Si seulement une partie restreinte de l'élément de référence constitue la référence spécifiée, cette partie doit être indiquée et cotée (voir figure 47).

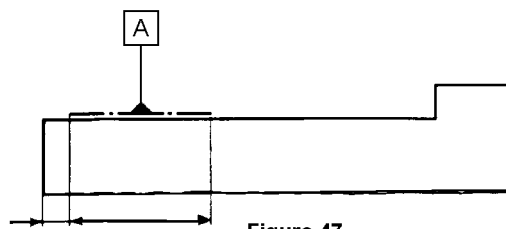


Figure 47

Des spécifications restrictives limitant la forme de l'élément à l'intérieur de la zone de tolérance sont illustrées en figure 10.

11.DIMENSIONS THEORIQUES EXACTES

Si des tolérances de localisation, de profil ou d'inclinaison sont prescrites pour un élément, les dimensions théoriques exactes définissant la position, le profil ou l'angle ne doivent pas être tolérancées. Ces dimensions sont appelées "dimensions théoriques exactes".

Ces dimensions sont encadrées. Les dimensions effectives correspondantes de la pièce sont limitées seulement par les tolérances de localisation, de profil ou d'inclinaison spécifiées dans le cadre de tolérance (voir figures 48 et 49).

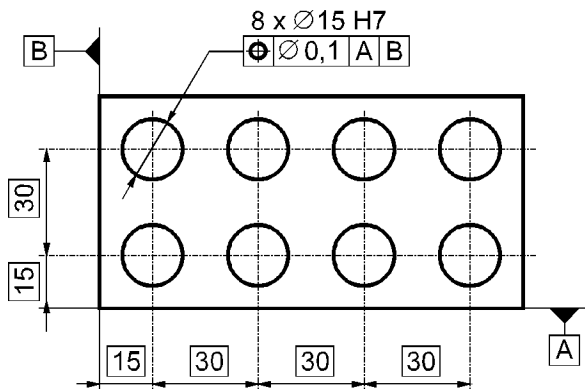


Figure 48

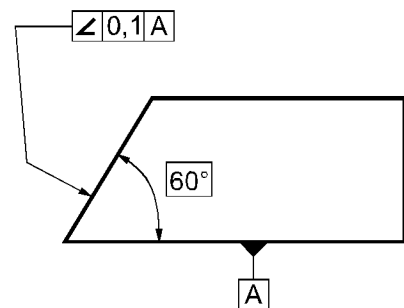


Figure 49

12.ZONE DE TOLERANCE PROJETEE

Des zones de tolérances projetées sont identifiées par le symbole $\textcircled{P}$ (voir figure 50). Pour de plus amples informations, voir norme A 32 2150.

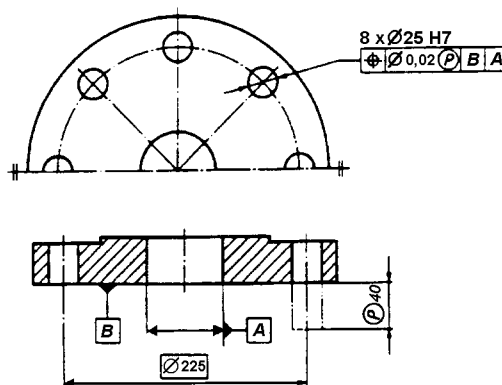


Figure 50

13.EXIGENCE DU MAXIMUM DE MATIERE

L'exigence du maximum de matière est indiquée par le symbole $\textcircled{M}$. Ce symbole est placé, selon le cas, à la suite de la valeur de la tolérance spécifiée, de la lettre de référence, ou des deux (voir figures 51, 52 et 53). Pour de plus amples informations, voir norme A 32 2160.

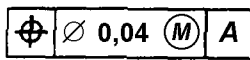


Figure 51

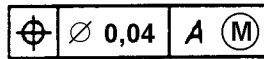


Figure 52

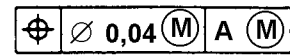


Figure 53

14.EXIGENCE DU MINIMUM DE MATIERE

L'exigence du minimum de matière est indiquée par le symbole $\textcircled{L}$. Ce symbole est placé, selon le cas, à la suite de la valeur de la tolérance spécifiée, de la lettre de référence, ou des deux (voir figures 54 et 55). Pour de plus amples informations, voir norme A 32 2160.



Figure 54

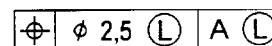


Figure 55

15.CONDITION A L'ETAT LIBRE

La condition à l'état libre pour des pièces non rigides est indiquée par le symbole $\textcircled{F}$ placé après la valeur de la tolérance spécifiée (voir figures 56 et 57). Pour de plus amples informations, voir norme ISO 10579.

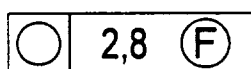


Figure 56

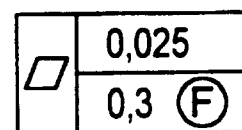


Figure 57

16.RELATION ENTRE TOLERANCES GEOMETRIQUES

Suivant les nécessités fonctionnelles, il peut être nécessaire de tolérer une ou plusieurs caractéristiques pour définir l'exactitude géométrique d'un élément. Certains types de tolérances, qui définissent l'exactitude géométrique d'un élément, limitent en même temps d'autres défauts de cet élément (par exemple : le défaut de rectitude est limité par la tolérance de parallélisme) ; il sera donc rarement nécessaire de tolérer toutes ces caractéristiques, la zone de tolérance définie par le symbole spécifié incluant plusieurs défauts.

A l'inverse, certains types de tolérances ne limitent pas d'autres défauts (par exemple : la tolérance de rectitude ne limite pas le défaut de parallélisme).

17.DEFINITIONS DES TOLERANCES GEOMETRIQUES

Dans cette norme, les diverses tolérances géométriques et leurs zones de tolérances sont définies en détail. Dans toutes les illustrations des définitions, seuls les défauts concernés sont représentés.