

norme européenne norme française

NF EN ISO 1101
Janvier 2006

Indice de classement : E 04-552

ICS : 01.100.20 ; 17.040.10

Spécification géométrique des produits (GPS) **Tolérancement géométrique**

Tolérancement de forme, orientation, position et battement

E : Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing —
Tolerances of form, orientation, location and run-out

D : Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung —
Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 décembre 2005 pour prendre effet
le 20 janvier 2006.

Remplace la norme homologuée NF ISO 1101, de février 2005.



Correspondance

La Norme européenne EN ISO 1101:2005 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 1101:2004.

Analyse

Le présent document constitue la base du tolérancement géométrique ; il en donne les notions fondamentales : principes, définitions, symboles, mode d'indication sur les dessins.

La situation du présent document dans la matrice GPS est donnée en annexe C.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : dessin technique, tolérance géométrique, tolérance de forme, tolérance d'orientation, tolérance de position, tolérance de battement, symbole graphique, définition.

Modifications

Par rapport au document remplacé, adoption du statut de Norme européenne.

Corrections

Membres de la commission de normalisation

Président : M BOMBARDELLI

Secrétariat : MME GUÉRIN et M DUDOGNON — UNM

M	BALLU	UNIVERSITE BORDEAUX 1
M	BLATEYRON	DIGITAL SURF
M	BOMBARDELLI	SNECMA
M	BONDIGUET	RENAULT AUTOMOBILES
M	BREART	RENAULT AUTOMOBILES
M	CHARPENTIER	IUFM CRETEIL
M	COOREVITS	EDUCATION ENSAM
M	LIETVEAUX	BNIF
M	MATHIEU	ENS CACHAN
MME	NIEDZIELA	AFNOR
M	PRENEL	RENAULT AUTOMOBILES
M	SELLIER	PSA PEUGEOT CITROEN
M	VAN HOECKE	SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
M	VILLE	HOMMEL SOMICRONIC
M	VINCENT	CETIM

Avant-propos national

1) Évolution de la norme ISO 1101

Cette révision de la norme ISO 1101 constitue une première étape vers un langage de spécification géométrique plus rigoureux et univoque. Les travaux se poursuivent au plan international pour proposer une refonte complète des normes GPS, sur la base de l'ISO/TS 17450 «Spécification géométrique des produits — Concepts généraux» (publiée sous l'indice de classement E 04-001).

2) Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 128-24	: NF ISO 128-24 (indice de classement : E 04-524-4)
ISO 1660	: NF EN ISO 1660 (indice de classement : E 04-556)
ISO 2692	: NF EN ISO 2692 (indice de classement : E 04-555) ¹⁾
ISO 5458	: NF EN ISO 5458 (indice de classement : E 04-559)
ISO 8015	: NF ISO 8015 (indice de classement : E 04-561)
ISO 10578	: NF ISO 10578 (indice de classement : E 04-558)
ISO 10579	: NF ISO 10579 (indice de classement : E 04-565)
ISO/TS 12180-1	: XP ISO/TS 12180-1 (indice de classement : E 10-114-1)
ISO/TS 12180-2	: XP ISO/TS 12180-2 (indice de classement : E 10-114-2)
ISO/TS 12181-1	: XP ISO/TS 12181-1 (indice de classement : E 10-113-1)
ISO/TS 12181-2	: XP ISO/TS 12181-2 (indice de classement : E 10-113-2)
ISO/TS 12780-1	: XP ISO/TS 12780-1 (indice de classement : E 10-111-1)
ISO/TS 12780-2	: XP ISO/TS 12780-2 (indice de classement : E 10-111-2)
ISO/TS 12781-1	: XP ISO/TS 12781-1 (indice de classement : E 10-112-1)
ISO/TS 12781-2	: XP ISO/TS 12781-2 (indice de classement : E 10-112-2)
ISO 14660-1	: NF EN ISO 14660-1 (indice de classement : E 04-560-1)
ISO 14660-2	: NF EN ISO 14660-2 (indice de classement : E 04-560-2)
ISO/TS 17450-2	: NF ISO/TS 17450-2 (indice de classement : E 04-001-2)

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises de même domaine d'application mais non identiques est la suivante :

ISO 5459	: NF E 04-554
----------	---------------

1) En préparation.

NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM EUROPEAN STANDARD

EN ISO 1101

Novembre 2005

ICS : 01.100.20 ; 17.040.10

Version française

**Spécification géométrique des produits (GPS) —
Tolérancement géométrique —
Tolérancement de forme, orientation, position et battement
(ISO 1101:2004)**

Geometrische Produktspezifikation (GPS) —
Geometrische Tolerierung —
Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf
(ISO 1101:2004)

Geometrical Product Specifications (GPS) —
Geometrical tolerancing —
Tolerances of form, orientation, location and run-out
(ISO 1101:2004)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 3 novembre 2005.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Avant-propos

Le texte de l'ISO 1101:2004 a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 213 «Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits» de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et a été repris comme EN ISO 1101:2005 par le Comité Technique CEN/TC 290 «Spécification dimensionnelle et géométrique des produits, et vérification correspondante», dont le secrétariat est tenu par AFNOR.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mai 2006, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mai 2006.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Lettonie, Lituanie, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

Notice d'entérinement

Le texte de l'ISO 1101:2004 a été approuvé par le CEN comme EN ISO 1101:2005 sans aucune modification.

Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Concepts de base	3
5 Symboles	4
6 Cadre de tolérance	6
7 Éléments tolérancés	7
8 Zones de tolérances	8
9 Références spécifiées	11
10 Indications complémentaires	13
11 Dimensions théoriques exactes (TED)	14
12 Spécifications restrictives	14
13 Zone de tolérance projetée	15
14 Exigence du maximum de matière	15
15 Exigence du minimum de matière	16
16 Condition à l'état libre	16
17 Relation entre tolérances géométriques	16
18 Définitions des tolérances géométriques	16

Annexes

A Anciennes pratiques	46
B Évaluation des écarts géométriques.....	49
C Relation avec la matrice GPS	53
Bibliographie.....	54

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 1101 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1101:1983), dont elle constitue une révision technique.

Introduction

La présente Norme internationale est une norme traitant de la spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence les maillons 1 et 2 des chaînes de normes sur la forme, l'orientation, la position et le battement et le maillon 1 des chaînes de normes sur les références.

Pour de plus amples informations sur la relation de la présente Norme internationale avec les autres normes et la matrice GPS, voir l'Annexe C.

La présente Norme internationale donne les premières bases du tolérancement géométrique et décrit les notions fondamentales requises. Il est cependant conseillé de consulter les normes indiquées à l'Article 2 et dans le Tableau 2 pour de plus amples informations.

La présentation de l'écriture (proportions et dimensions) est décrite dans l'ISO 3098-2.

Pour des raisons d'uniformité, toutes les figures de la présente Norme internationale sont disposées suivant la méthode de projection du premier dièdre, et les dimensions et tolérances sont indiquées en millimètres. 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 internationale 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 seulement les principes généraux concernés.

La présentation complète (proportions et dimensions) des symboles de tolérancement géométrique est décrite dans l'ISO 7083.

L'Annexe A de la présente Norme internationale a été donnée uniquement pour information. Elle présente des indications de dessin antérieures, qui ont été retirées du corps de la norme et ne sont plus utilisées.

Il convient de noter que le terme «circularity» précédemment utilisé en anglais a été remplacé par «roundness» pour assurer la cohérence avec d'autres normes.

Les définitions relatives aux éléments sont tirées de l'ISO 14660-1 et de l'ISO 14660-2, qui donnent de nouveaux termes, différents de ceux utilisés dans la précédente édition de la présente Norme internationale. Ces anciens termes sont indiqués dans le corps de la présente Norme internationale entre parenthèses à la suite du terme actuellement en vigueur.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes «axe» et «plan médian» sont utilisés pour des éléments dérivés de forme parfaite, et les termes «ligne médiane» et «surface médiane» pour des éléments dérivés de forme imparfaite. De plus, les types de traits suivants ont été utilisés dans les illustrations explicatives, c'est-à-dire celles représentant des dessins non techniques pour lesquels les règles de l'ISO 128 (toutes les parties) s'appliquent.

Niveau d'élément	Type d'élément	Détails	Type de trait	
			Visible	Plan/surface caché(e)
Élément nominal (élément idéal)	Élément intégral	point ligne/axe surface/plan	continu fort	interrompu fin
	Élément dérivé	point ligne/axe face/plan	mixte fin à un point et un tiret long	interrompu fin à un point
Élément réel	Élément intégral	surface	continu fort ondulé	interrompu fin ondulé
Élément extrait	Surface intégrale	point ligne surface	interrompu court fort	interrompu court fin
	Élément dérivé	point ligne face	pointillé fort	pointillé fin
Élément associé	Élément intégral	point ligne droite élément idéal	interrompu double fort à deux points	interrompu double fin à deux points
	Élément dérivé	point ligne droite plan	interrompu long fin à deux points	interrompu fort à deux points
	Référence spécifiée	point ligne surface/plan	interrompu long et interrompu court double fort	interrompu long et interrompu court double fin
Limites de zone de tolérance, plans de tolérance	—	ligne surface	continu fin	interrompu fin
Section, plan d'illustration, plan de dessin, plan d'aide	—	ligne surface	interrompu long fin et interrompu court	interrompu fin et interrompu court
Lignes d'attache de cote, traits de rappel de cote et de référence	—	ligne	continu fin	interrompu fin

Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement

IMPORTANT — Les illustrations incluses dans la présente Norme internationale ont pour objectif d'illustrer le texte et/ou de fournir des exemples pour les spécifications de dessin technique s'y rapportant; ces illustrations ne sont pas complètement cotées ni tolérancées, et ne montrent que l'aspect général des principes correspondants.

En conséquence, ces illustrations ne sont pas une représentation complète d'une pièce, et ne sont pas du niveau de qualité requis pour un usage industriel (en termes de parfaite conformité avec les normes préparées par l'ISO/TC 10 et l'ISO/TC 213), et elles ne sont donc pas, en tant que telles, appropriées pour une projection à usage éducatif ou en formation.

La présente édition de l'ISO 1101 ainsi que les éditions futures seront révisées pour incorporer des illustrations plus précises lorsque de nouveaux amendements à l'ISO 1101 auront atteint le stade de publication.

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit les informations de base et spécifie les exigences pour le tolérancement géométrique des pièces.

Elle constitue la base de départ et définit les fondements du tolérancement géométrique.

NOTE D'autres Normes internationales, citées à l'Article 2 et dans le Tableau 2, fournissent des informations plus détaillées sur le tolérancement géométrique.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 128-24:1999, *Dessins techniques — Principes généraux de représentation — Partie 24: Traits utilisés pour les dessins industriels*

ISO 1660:1987, *Dessins techniques — Cotation et tolérancement des profils*

ISO 2692:¹⁾, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Exigence du maximum de matière (MMR) et exigence du minimum de matière (LMR)*

ISO 5458:1998, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de localisation*

ISO 5459:1981, *Dessins techniques — Tolérancement géométrique — Références spécifiées et systèmes de références spécifiées pour tolérances géométriques*

1) À publier. (Révision de l'ISO 2692:1988)

ISO 8015:1985, *Dessins techniques — Principe de tolérancement de base*

ISO 10578:1992, *Dessins techniques — Tolérancement d'orientation et de position — Zone de tolérance projetée*

ISO 10579:1993, *Dessins techniques — Cotation et tolérancement — Pièces non rigides*

ISO/TS 12180-1:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Cylindricité — Partie 1: Vocabulaire et paramètres de cylindricité*

ISO/TS 12180-2:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Cylindricité — Partie 2: Opérateurs de spécification*

ISO/TS 12181-1:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Circularité — Partie 1: Vocabulaire et paramètres de circularité*

ISO/TS 12181-2:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Circularité — Partie 2: Opérateurs de spécification*

ISO/TS 12780-1:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Rectitude — Partie 1: Vocabulaire et paramètres de rectitude*

ISO/TS 12780-2:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Rectitude — Partie 2: Opérateurs de spécification*

ISO/TS 12781-1:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Planéité — Partie 1: Vocabulaire et paramètres de planéité*

ISO/TS 12781-2:2003, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Planéité — Partie 2: Opérateurs de spécification*

ISO 14660-1:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 1: Termes généraux et définitions*

ISO 14660-2:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 2: Ligne médiane extraite d'un cylindre et d'un cône, surface médiane extraite, taille locale d'un élément extrait*

ISO/TS 17450-2:2002, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 2: Principes de base, spécifications, opérateurs et incertitudes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14660-1 et l'ISO 14660-2 ainsi que le terme et la définition suivants s'appliquent.

3.1

zone de tolérance

espace limité par une ou plusieurs lignes ou surfaces géométriquement parfaites, et caractérisé par une dimension linéaire, appelée tolérance

NOTE Voir également 4.4.

4 Concepts de base

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

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

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

4.3 Un élément est une partie spécifique d'une pièce telle que point, ligne ou surface; ces éléments peuvent être des éléments intégraux (par exemple la surface externe d'un cylindre) ou être dérivés (par exemple une ligne médiane ou une surface médiane). Voir l'ISO 14660-1.

4.4 La zone de tolérance est, suivant la caractéristique à tolérer et la manière dont celle-ci est cotée,

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

4.5 Sauf indication plus restrictive, exprimée par exemple par une note (voir Figure 8), la forme ou l'orientation de l'élément tolérancé peut être quelconque à l'intérieur de la zone de tolérance.

4.6 Sauf indication contraire spécifiée conformément aux Articles 12 et 13, la tolérance s'applique à toute l'étendue de l'élément considéré.

4.7 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.

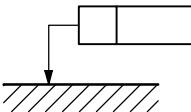
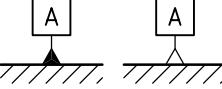
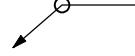
5 Symboles

Voir Tableaux 1 et 2.

Tableau 1 — Symboles des caractéristiques géométriques

Tolérances	Caractéristiques	Symbole	Référence associée	Paragraphe
Forme	Rectitude	—	non	18.1
	Planéité	□	non	18.2
	Circularité	○	non	18.3
	Cylindricité	∅	non	18.4
	Profil d'une ligne	⌒	non	18.5
	Profil d'une surface	▷	non	18.7
Orientation	Parallélisme	//	oui	18.9
	Perpendicularité	⊥	oui	18.10
	Inclinaison	∠	oui	18.11
	Profil d'une ligne	⌒	oui	18.6
	Profil d'une surface	▷	oui	18.8
Position	Localisation	⊕	oui ou non	18.12
	Concentricité (pour des centres)	◎	oui	18.13
	Coaxialité (pour des axes)	◎	oui	18.13
	Symétrie	≡	oui	18.14
	Profil d'une ligne	⌒	oui	18.6
	Profil d'une surface	▷	oui	18.8
Battement	Battement circulaire	↖	oui	18.15
	Battement total	↖↖	oui	18.16

Tableau 2 — Symboles complémentaires

Description	Symbole	Référence
Indication de l'élément tolérancé		Article 7
Indication de l'élément de référence		Article 9 et ISO 5459
Indication de référence partielle		ISO 5459
Dimension théorique exacte	[50]	Article 11
Zone de tolérance projetée	(P)	Article 13 et ISO 10578
Exigence du maximum de matière	(M)	Article 14 et ISO 2692
Exigence du minimum de matière	(L)	Article 15 et ISO 2692
Condition à l'état libre (pièces non rigides)	(F)	Article 16 et ISO 10579
Tout autour (profil)		Paragraphe 10.1
Exigence de l'enveloppe	(E)	ISO 8015
Zone commune	CZ	Paragraphe 8.5
Diamètre intérieur	LD	Paragraphe 10.2
Diamètre extérieur	MD	Paragraphe 10.2
Diamètre sur flancs	PD	Paragraphe 10.2
Ligne	LE	Paragraphe 18.9.4
Non convexe	NC	Paragraphe 6.3
Section droite quelconque	ACS	Paragraphe 18.13.1

6 Cadre de tolérance

6.1 Les exigences sont indiquées dans un cadre rectangulaire divisé en deux cases ou plus. Ces cases contiennent, de gauche à droite, dans l'ordre suivant (voir les exemples des Figures 1, 2, 3, 4 et 5):

- le symbole de la caractéristique géométrique;
- la valeur de la tolérance dans l'unité utilisée pour la cotation linéaire. Cette valeur est précédée du symbole « ϕ » si la zone de tolérance est circulaire ou cylindrique ou de « $S\phi$ » si la zone de tolérance est sphérique;
- le cas échéant, la (les) lettre(s) permettant d'identifier la référence spécifiée ou la référence spécifiée commune ou le système de références spécifiées (voir les exemples des Figures 2, 3, 4 et 5).



Figure 1

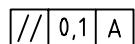


Figure 2

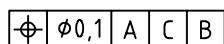


Figure 3

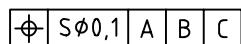


Figure 4

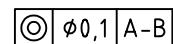


Figure 5

6.2 Lorsque la tolérance s'applique à plus d'un élément, cela doit être indiqué au-dessus du cadre de tolérance, par le nombre d'éléments suivi du symbole « \times » (voir les exemples des Figures 6 et 7).

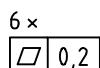


Figure 6

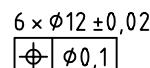


Figure 7

6.3 Si nécessaire, des indications caractérisant la forme de l'élément à l'intérieur de la zone de la tolérance doivent être écrites près du cadre de tolérance (voir l'exemple de la Figure 8).



NOTE Voir également le Tableau 2.

Figure 8

6.4 S'il est nécessaire de spécifier plus d'une caractéristique géométrique pour un élément, les exigences peuvent être données dans des cadres de tolérance placés, pour des raisons de commodité, l'un au-dessous de l'autre (voir l'exemple de la Figure 9).

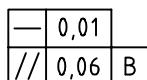


Figure 9

7 Éléments tolérancés

Le cadre de tolérance doit être relié à l'élément tolérancé par un trait de rappel de cote partant de n'importe quel côté du cadre et terminé par une flèche aboutissant soit

- 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 les exemples des Figures 10 et 11); la flèche peut aboutir sur un trait de référence relié à un trait de rappel de cote dirigé vers la surface (voir l'exemple de la Figure 12), soit

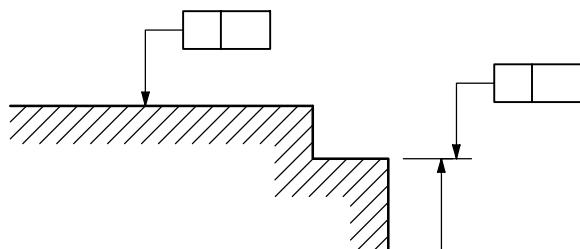


Figure 10

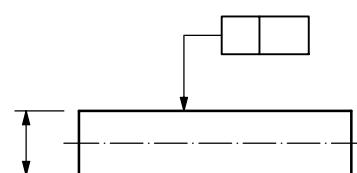


Figure 11

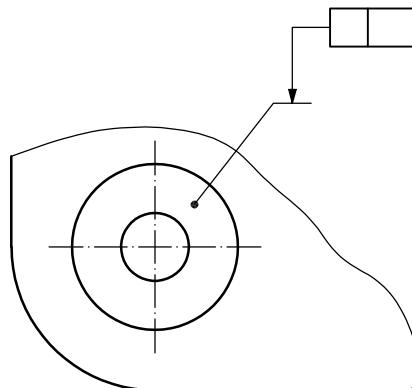


Figure 12

- dans le prolongement de la ligne de cote, lorsque la tolérance s'applique à la ligne médiane, à la surface médiane ou au centre de l'élément ainsi coté (voir les exemples des Figures 13, 14 et 15).

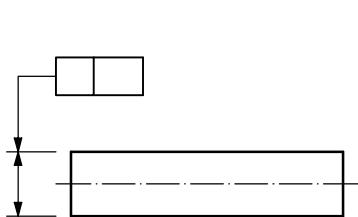


Figure 13

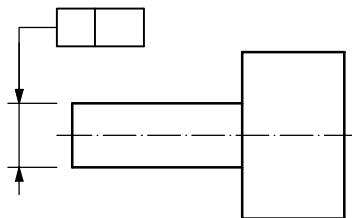


Figure 14

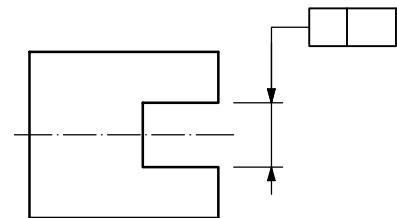


Figure 15

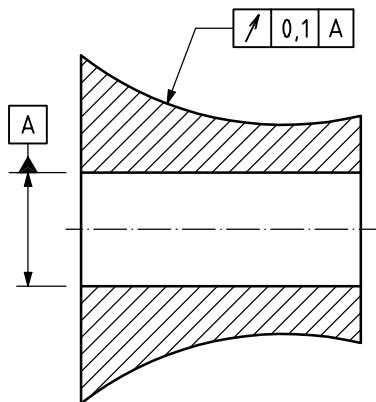
Si nécessaire, une indication spécifiant la forme de l'élément (ligne au lieu de surface) doit être écrite près du cadre de tolérance (voir les exemples des Figures 88 et 89).

NOTE Lorsque l'élément tolérancé est une ligne, une indication complémentaire peut être nécessaire pour en préciser l'orientation, voir la Figure 89.

8 Zones de tolérances

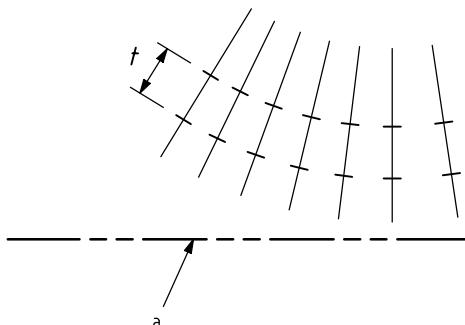
8.1 La largeur de la zone de tolérance est dans une direction normale à la géométrie spécifiée (voir Figures 16 et 17), sauf indication contraire (voir les exemples des Figures 18 et 19).

NOTE L'orientation seule du trait de rappel de cote n'a pas d'effet sur la définition de la tolérance.



Indication sur le dessin

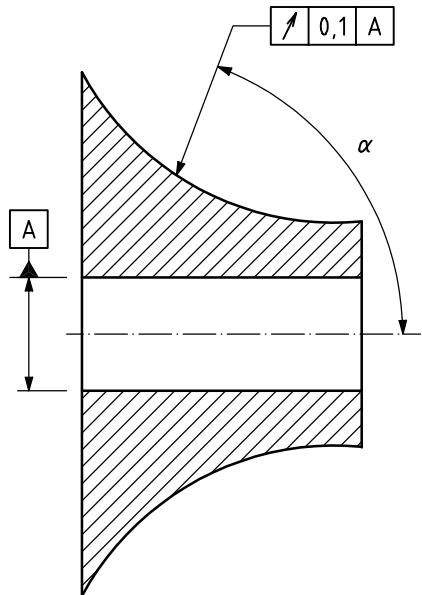
Figure 16



^a Référence spécifiée A.

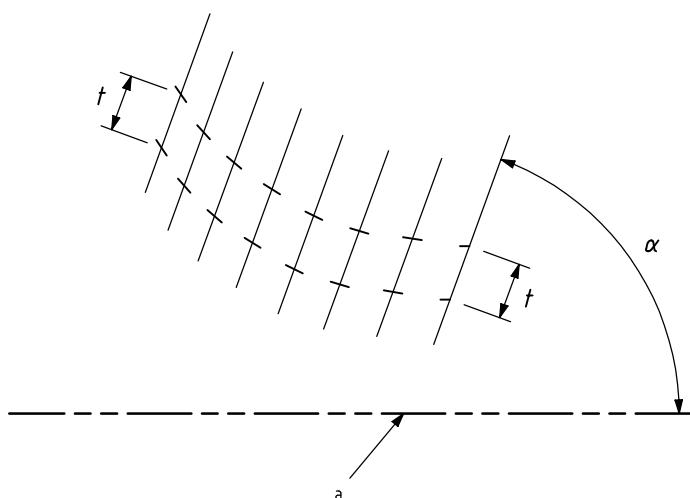
Interprétation

Figure 17



Indication sur le dessin

Figure 18



^a Référence spécifiée A.

Interprétation

Figure 19

L'angle α représenté à la Figure 18 doit toujours être indiqué, même s'il est égal à 90° .

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

8.2 Dans le cas d'un centre, d'une ligne médiane ou d'une surface médiane tolérancé(e) dans une seule direction:

- l'orientation de la largeur d'une zone de tolérance de localisation s'appuie sur le modèle des dimensions théoriques exactes (TED) et est, sauf indication contraire, parallèle ou perpendiculaire à ces dimensions en fonction de l'orientation donnée par la flèche du trait de rappel de cote (voir l'exemple de la Figure 20);

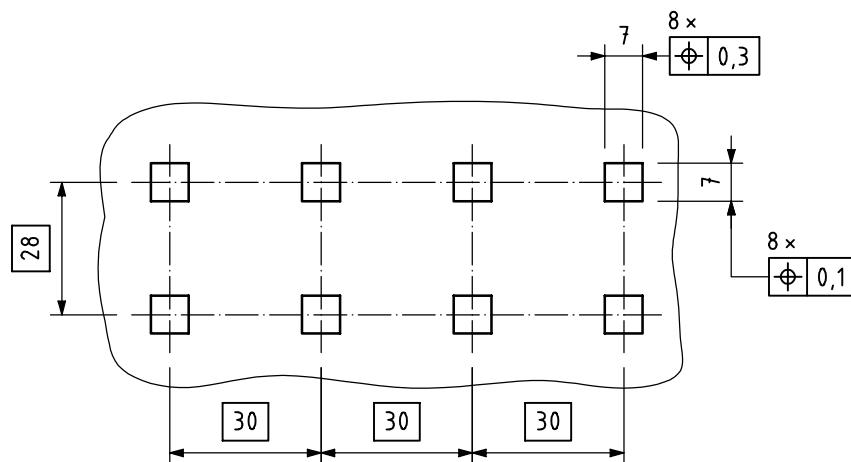
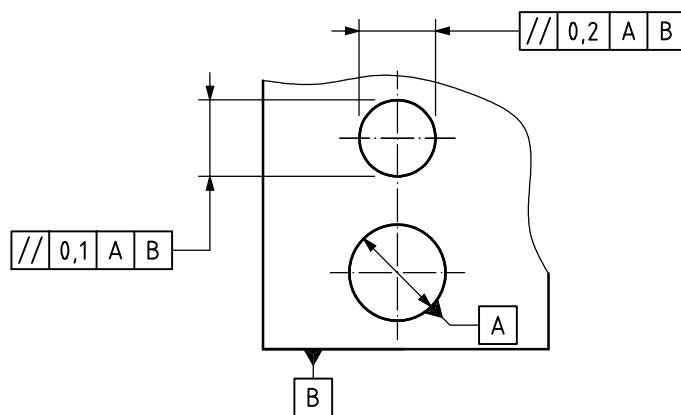


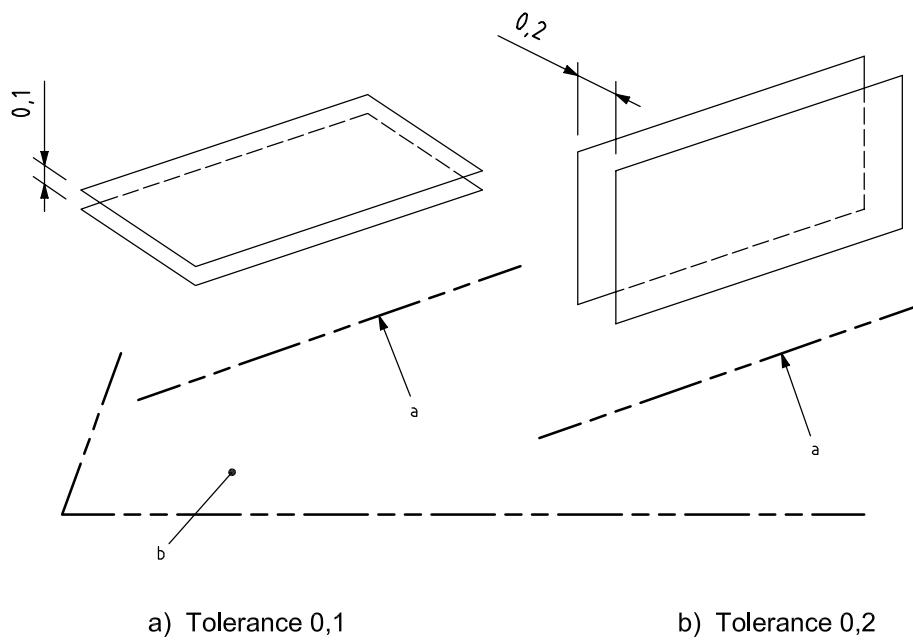
Figure 20

- l'orientation de la largeur d'une zone de tolérance d'orientation est, sauf indication contraire, parallèle ou perpendiculaire à la référence spécifiée en fonction de l'orientation donnée par la flèche du trait de rappel de cote (voir les exemples des Figures 21 et 22);
- lorsque deux tolérances sont spécifiées, elles doivent être, sauf indication contraire, perpendiculaires entre elles (voir les exemples des Figures 21 et 22).



Indication sur le dessin

Figure 21

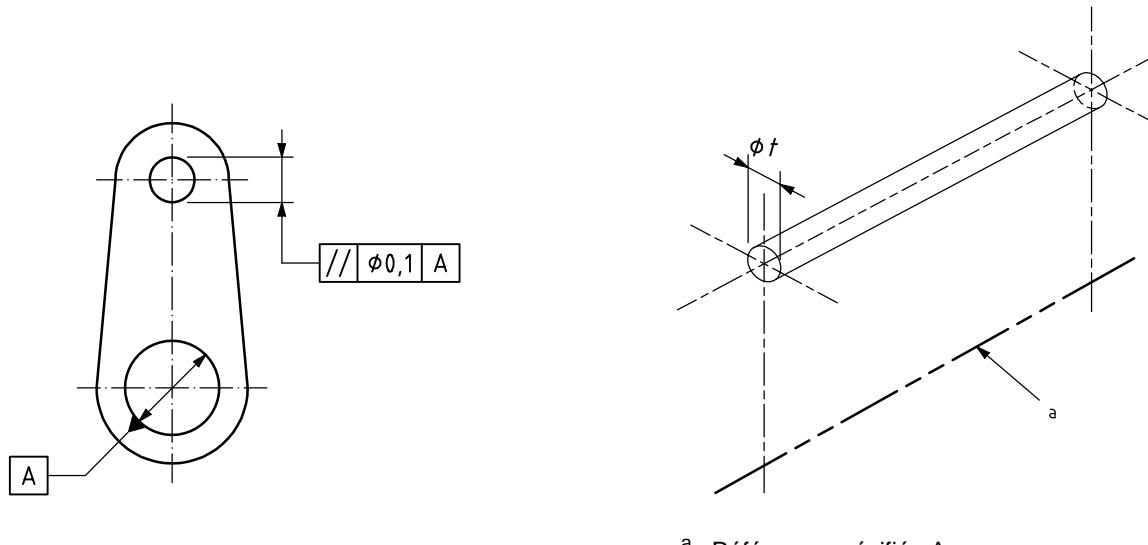


a Référence spécifiée A.
b Référence spécifiée B.

Interprétation

Figure 22

8.3 La zone de tolérance est cylindrique (voir les exemples des Figures 23 et 24) ou circulaire si la valeur de la tolérance est précédée du symbole « ϕ », ou sphérique si elle est précédée du symbole « $S\phi$ ».



8.4 Des zones de tolérance individuelles de même valeur appliquées à plusieurs éléments séparés peuvent être spécifiées (voir l'exemple de la Figure 25).

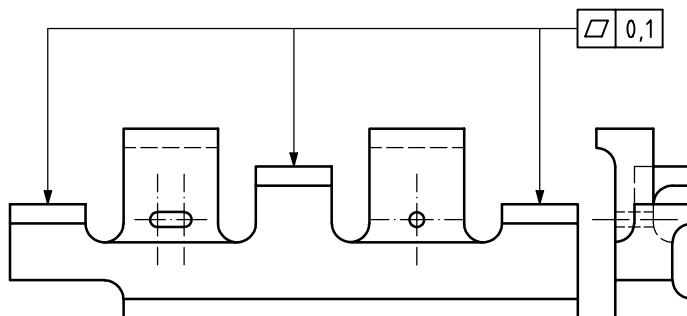


Figure 25

8.5 Lorsqu'une zone de tolérance unique s'applique à plusieurs éléments séparés, l'exigence doit être indiquée par le symbole «CZ» (zone commune) placé à la suite de la tolérance dans le cadre de tolérance (voir l'exemple de la Figure 26).

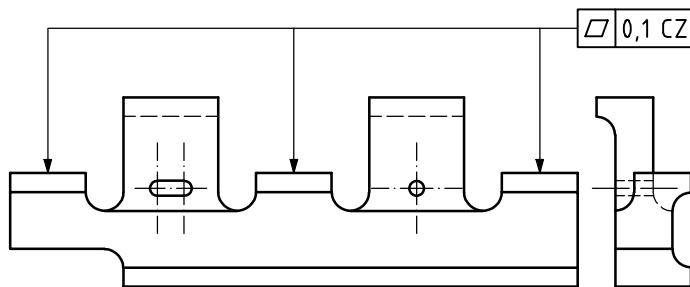


Figure 26

9 Références spécifiées

9.1 Les références spécifiées doivent être indiquées comme précisé dans les exemples de 9.2 à 9.5. Pour de plus amples renseignements, voir l'ISO 5459.

NOTE À la prochaine révision de la présente Norme internationale, cet article sera transféré dans l'ISO 5459.

9.2 La référence spécifiée à laquelle se rapporte un élément tolérancé doit être identifiée par une lettre de référence. Une lettre majuscule doit être inscrite dans un cadre relié à un triangle de référence noirci ou non pour identifier la référence spécifiée (voir les exemples des Figures 27 et 28). Cette lettre doit être 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.

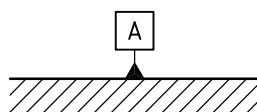


Figure 27

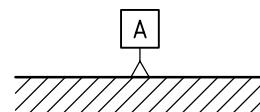


Figure 28

9.3 Le triangle de référence avec la lettre de référence doit être placé:

- sur le contour de l'élément ou une ligne d'attache (mais clairement séparé de la ligne de cote), si la référence spécifiée est la ligne ou la surface elle-même (voir l'exemple de la Figure 29); le triangle de référence peut être placé sur un trait de référence relié à un trait de rappel de cote dirigé vers la surface (voir l'exemple de la Figure 30);

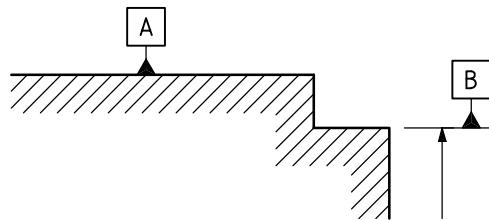


Figure 29

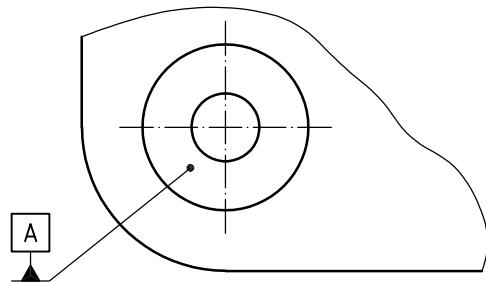


Figure 30

- dans le prolongement de la ligne de cote lorsque la référence spécifiée est l'axe, le plan médian ou le centre de l'élément ainsi coté (voir les exemples des Figures 31 à 33). 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 les exemples des Figures 32 et 33).

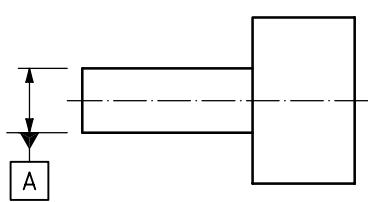


Figure 31

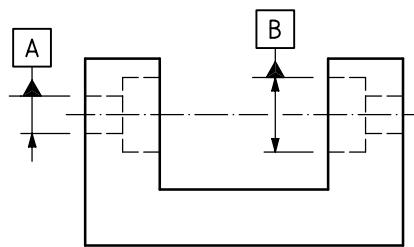


Figure 32

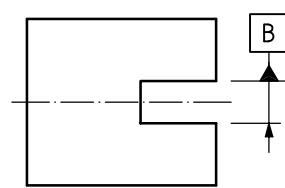


Figure 33

- 9.4** Si seulement une partie restreinte de l'élément constitue la référence spécifiée, cette partie doit être identifiée par un trait mixte fort à un point et un tiret long et cotée (voir l'exemple de la Figure 34). Voir l'ISO 128-24:1999, Tableau 2, 04.2.

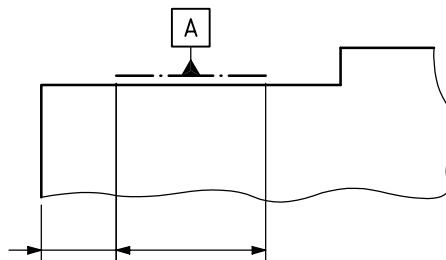


Figure 34

- 9.5** Une référence spécifiée établie par un seul élément est identifiée par une lettre majuscule (voir l'exemple de la Figure 35).

Une référence spécifiée commune formée de deux éléments est identifiée par deux lettres majuscules séparées par un trait d'union (voir l'exemple de la Figure 36).

Si un système de références spécifiées est établi 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 l'exemple de la Figure 37).

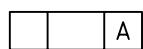


Figure 35



Figure 36

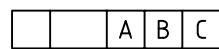


Figure 37

10 Indications complémentaires

10.1 Si une caractéristique de profil s'applique à tout le contour des sections droites ou si elle s'applique à toute la surface représentée par le contour, cela doit être précisé en utilisant le symbole «tout autour» (voir les exemples des Figures 38 et 39). Ce symbole ne s'applique pas à la pièce dans sa totalité mais seulement aux surfaces représentées par le contour et identifiées par la tolérance spécifiée (voir les exemples des Figures 38 et 39).

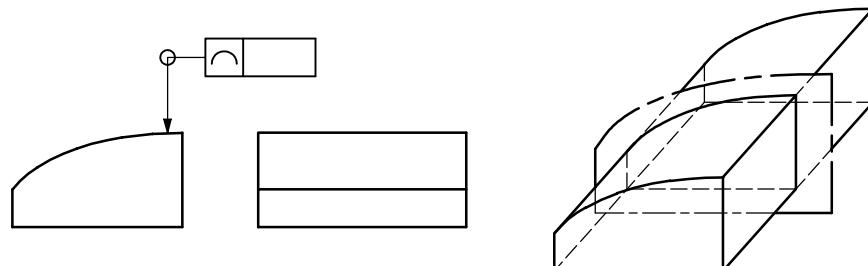
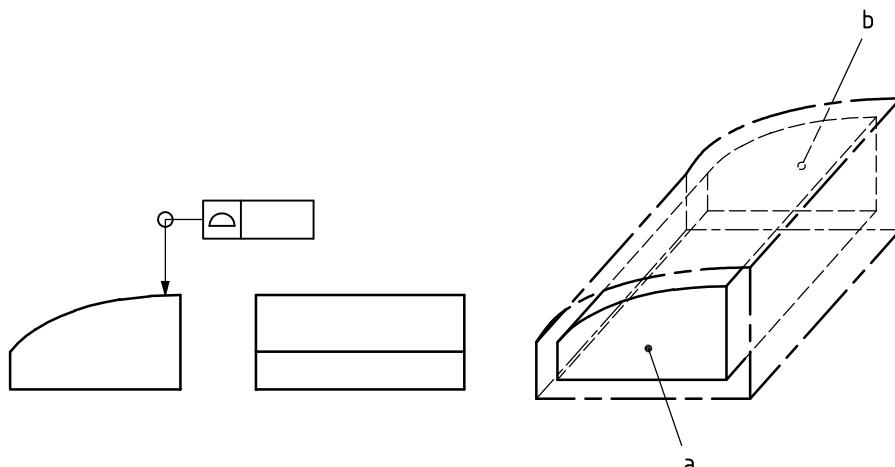


Figure 38



NOTE Le trait interrompu long et court indique les éléments considérés. Les surfaces d'extrémité a et b ne sont pas concernées par la spécification.

Figure 39

10.2 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 et «LD» pour diamètre intérieur (voir les exemples des Figures 40 et 41). Les tolérances et les références spécifiées prescrites pour les engrenages et les cannelures doivent désigner l'élément spécifique auquel elles s'appliquent, c'est-à-dire «PD» pour diamètre primitif, «MD» pour diamètre extérieur ou «LD» pour diamètre intérieur.

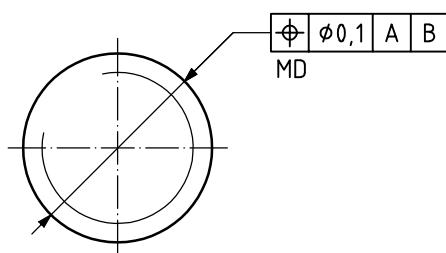


Figure 40

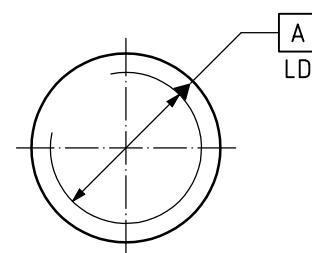


Figure 41

11 Dimensions théoriques exactes (TED)

Si des tolérances de position, d'orientation ou de profil sont prescrites pour un élément ou un groupe d'éléments, les dimensions définissant la position, l'orientation ou le profil théoriques exacts sont appelées «dimensions théoriques exactes» (TED).

Les TED s'appliquent aussi aux dimensions déterminant l'orientation relative des références spécifiées d'un système.

Les TED ne doivent pas être tolérancées. Ces dimensions sont à encadrer (voir les exemples des Figures 42 et 43).

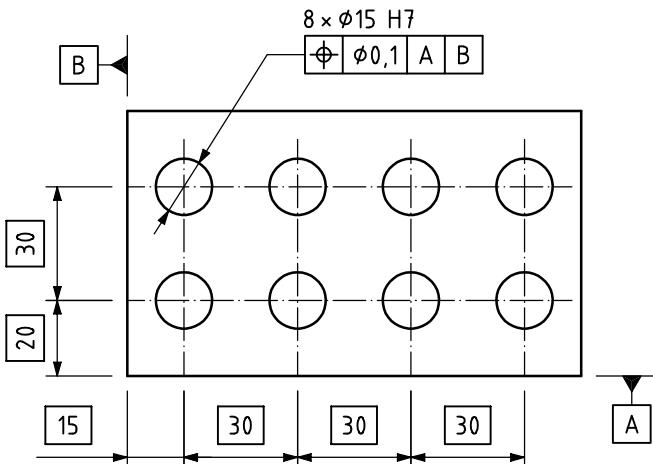


Figure 42

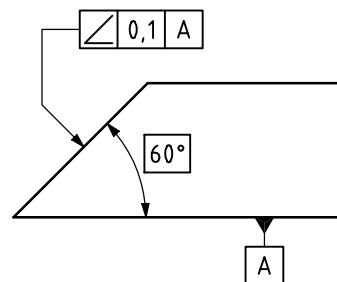
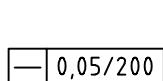


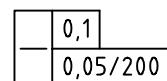
Figure 43

12 Spécifications restrictives

12.1 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 [voir l'exemple de la Figure 44 a)]. Si deux tolérances ou plus de la même caractéristique doivent être indiquées, elles peuvent être combinées comme représenté à la Figure 44 b).



a)



b)

Figure 44

12.2 Si la tolérance est appliquée seulement à une partie restreinte de l'élément, cette partie doit être indiquée par un trait mixte fort à un point et un tiret long et cotée (voir les exemples des Figures 45 et 46). Voir l'ISO 128-24:1999, Tableau 2, 04.2.

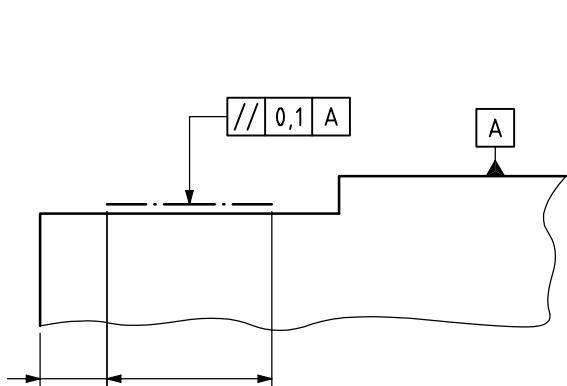


Figure 45

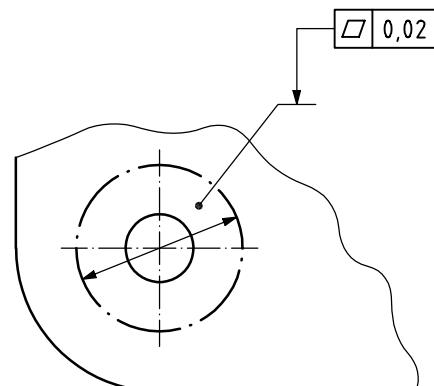


Figure 46

12.3 Pour la référence spécifiée établie sur une partie restreinte de l'élément, voir 9.4.

12.4 Des spécifications restrictives limitant la forme de l'élément à l'intérieur de la zone de tolérance sont données en 6.3 et dans l'Article 7.

13 Zone de tolérance projetée

Les zones de tolérances projetées doivent être identifiées par le symbole modificateur de spécification \textcircled{P} (voir l'exemple de la Figure 47). Pour de plus amples informations, voir l'ISO 10578.

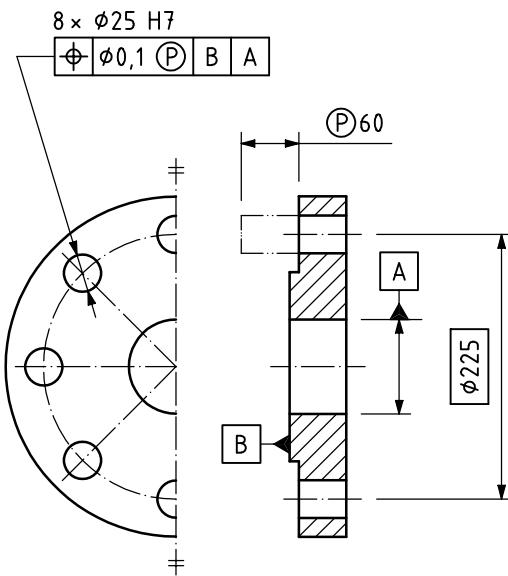


Figure 47

14 Exigence du maximum de matière

L'exigence du maximum de matière doit être indiquée par le symbole modificateur de spécification \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 les exemples des Figures 48, 49 et 50). Pour les règles détaillées, voir l'ISO 2692.

NOTE À la prochaine révision de la présente Norme internationale, cet article sera transféré dans l'ISO 2692.

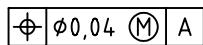


Figure 48

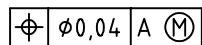


Figure 49

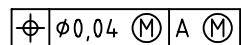


Figure 50

15 Exigence du minimum de matière

L'exigence du minimum de matière doit être indiquée par le symbole modificateur de spécification (L) . Ce symbole doit être placé, selon le cas, à la suite de la valeur de la tolérance spécifiée, de la lettre de référence ou des deux (voir les exemples des Figures 51, 52 et 53). Pour de plus amples informations, voir l'ISO 2692.

NOTE À la prochaine révision de la présente Norme internationale, cet article sera transféré dans l'ISO 2692.

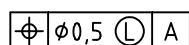


Figure 51

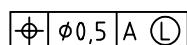


Figure 52

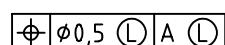


Figure 53

16 Condition à l'état libre

La condition à l'état libre pour des pièces non rigides doit être indiquée par le symbole modificateur de spécification (F) placé après la valeur de la tolérance spécifiée (voir les exemples des Figures 54 et 55). Pour de plus amples informations, voir l'ISO 10579.

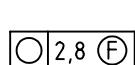


Figure 54

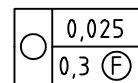


Figure 55

Plusieurs modificateurs de spécification, (P) , (M) , (L) , (F) et (CZ) peuvent être utilisées simultanément dans le même cadre de tolérance (voir l'exemple de la Figure 56).

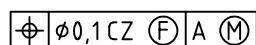


Figure 56

17 Relation entre tolérances géométriques

Suivant les nécessités fonctionnelles, il peut être nécessaire de tolérer une ou plusieurs caractéristiques pour définir les écarts géométriques d'un élément. Certains types de tolérances, qui limitent les écarts géométriques d'un élément, limitent en même temps d'autres écarts de cet élément.

Les tolérances de position d'un élément limitent ses écarts de position, d'orientation et de forme (mais pas l'inverse).

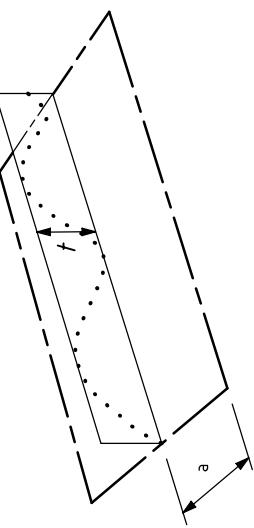
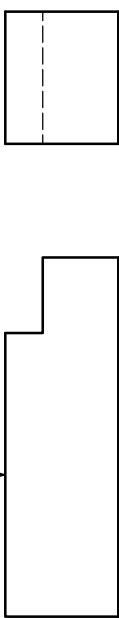
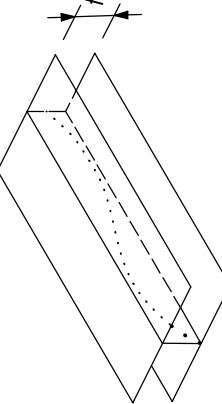
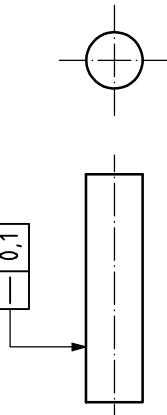
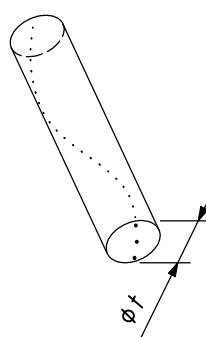
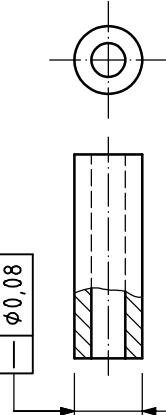
Les tolérances d'orientation d'un élément limitent ses écarts d'orientation et de forme (mais pas l'inverse).

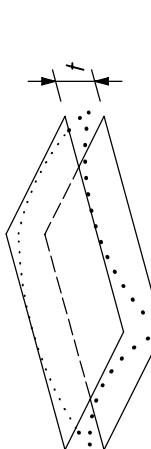
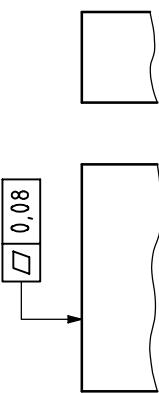
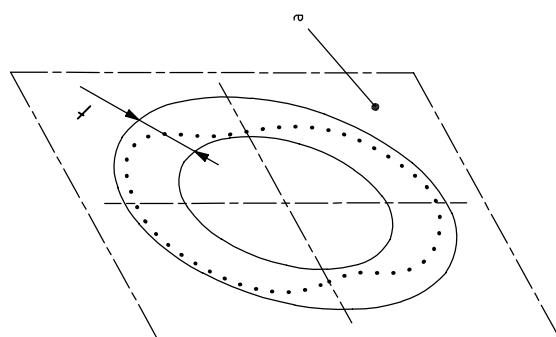
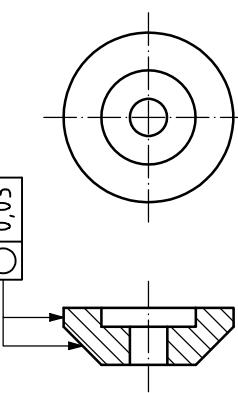
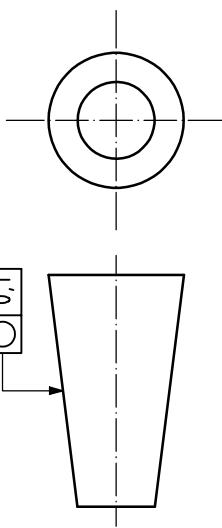
Les tolérances de forme d'un élément limitent uniquement ses écarts de forme.

18 Définitions des tolérances géométriques

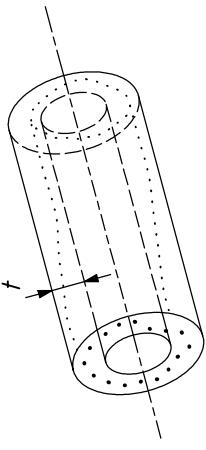
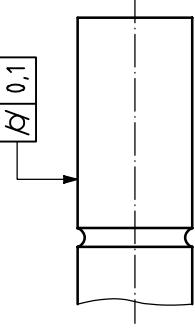
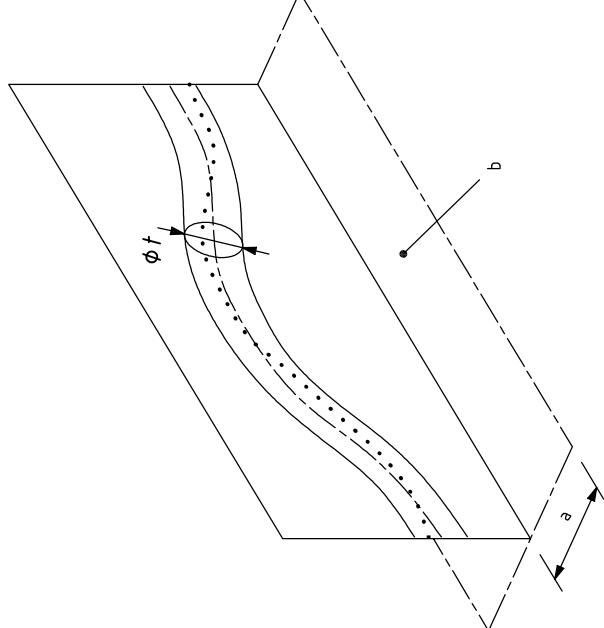
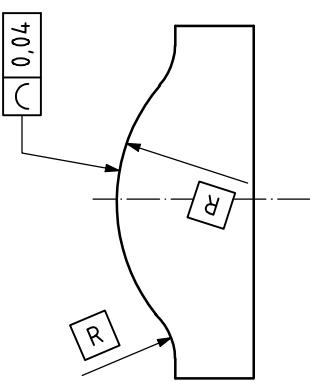
Cet article donne une explication sur la base d'exemples de diverses tolérances géométriques et leurs zones de tolérances. Dans toutes les illustrations des définitions, seuls les défauts concernés sont représentés.

Dimensions en millimètres

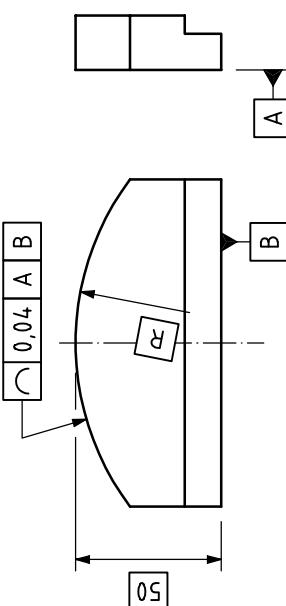
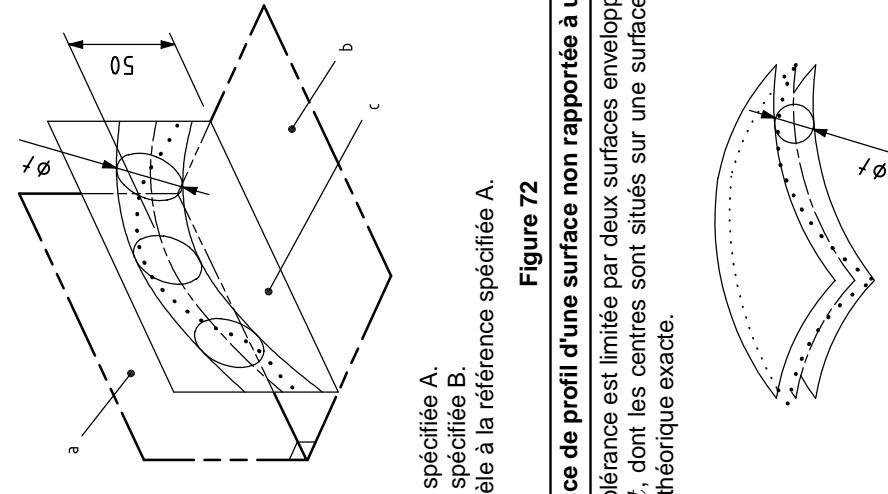
Symbol	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.1 Tolérance de rectitude (voir l'ISO/TS 12780-1 et l'ISO/TS 12780-2)	<p>La zone de tolérance, dans le plan considéré, est limitée par deux droites parallèles, distantes de t, uniquement dans la direction spécifiée.</p>  <p>a Toute distance.</p>	<p>Une ligne quelconque extraite (effective) de la surface supérieure, parallèle au plan de projection dans lequel l'indication est donnée, doit être contenue entre deux droites parallèles distantes de 0,1.</p>  <p>Figure 58</p>
	<p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t.</p>  <p>Figure 59</p>	<p>Une génératrice quelconque extraite (effective) de la surface cylindrique doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,1.</p> <p>NOTE La définition de la génératrice extraite n'est pas encore normalisée.</p>  <p>Figure 60</p>
	<p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t, lorsque la valeur de la tolérance est précédée du symbole ϕ.</p>  <p>Figure 61</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) du cylindre à laquelle la tolérance s'applique doit être comprise dans une zone cylindrique de 0,08 de diamètre.</p>  <p>Figure 62</p>

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Dimensions en millimètres	Indication et explication
\square	18.2 Tolérance de planéité (voir l'ISO/TS 12781-1 et l'ISO/TS 12781-2) La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t .	 Figure 63	 Figure 64
\bigcirc	18.3 Tolérance de circularité (voir l'ISO/TS 12781-1 et l'ISO/TS 12781-2) La zone de tolérance, dans la section droite considérée, est limitée par deux cercles concentriques ayant une différence de rayons égale à t .	 Figure 65	 Figure 66
	18.4 Tolérance de cylindrité (voir l'ISO/TS 12781-2) La circonférence extraite (effective), dans une section droite quelconque de la surface cylindrique et conique, doit être comprise entre deux cercles coplanaires concentriques ayant une différence de rayons de 0,1.	 Figure 67	<p>NOTE La définition de la circonférence extraite n'est pas encore normalisée.</p>

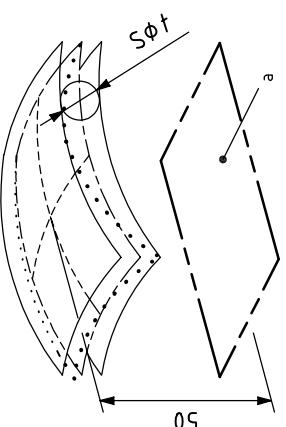
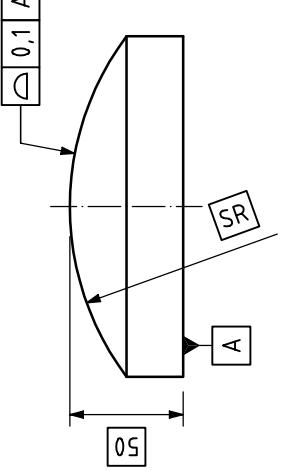
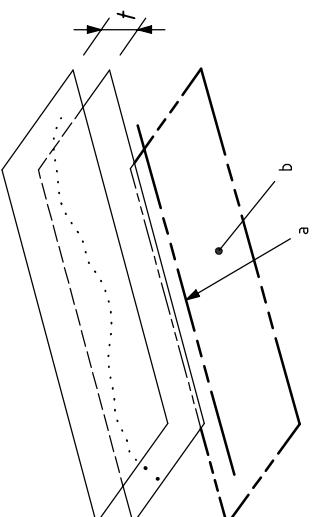
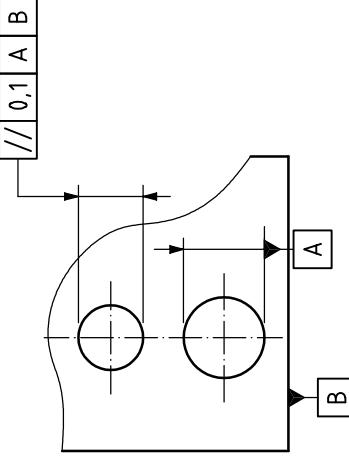
Dimensions en millimètres

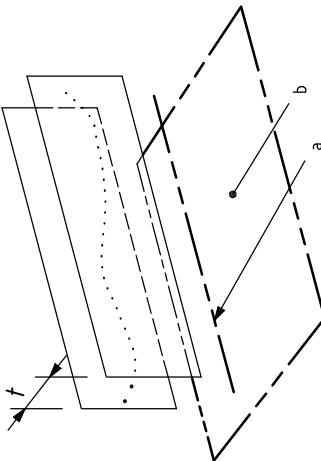
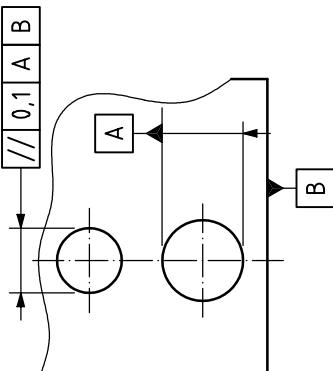
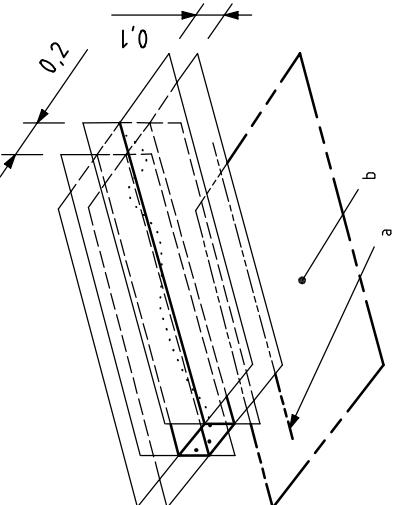
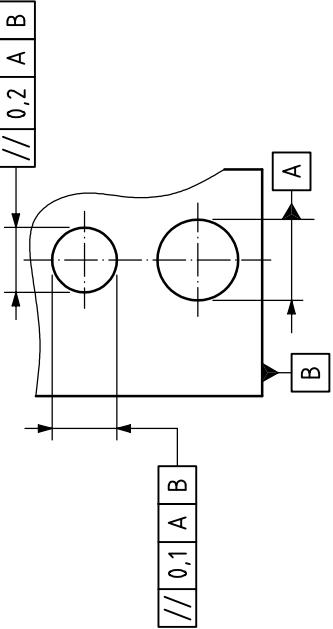
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
H	<p>18.4 Tolérance de cylindricité (voir l'ISO/TS 12180-1 et l'ISO/TS 12180-2)</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux cylindres coaxiaux ayant une différence de rayons de t.</p> 	<p>La surface cylindrique extraite (effective) doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux ayant une différence de rayons de 0,1.</p>  <p>Figure 69</p>
H	<p>18.5 Tolérance de profil d'une ligne non rapportée à une référence spécifiée (voir ISO 1660)</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux lignes enveloppes des cercles de diamètre t, dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme donnée, la ligne extraite (effective) doit être comprise entre deux lignes équidistantes enveloppées des cercles de diamètre 0,04, dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique exacte.</p>  <p>Figure 70</p>	<p>Dans chaque section, parallèle au plan de projection dans lequel l'indication est donnée, la ligne extraite (effective) doit être comprise entre deux lignes équidistantes enveloppées des cercles de diamètre 0,04, dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique exacte.</p>  <p>Figure 71</p>

a Toute distance.
 b Plan perpendiculaire au plan du dessin de la Figure 71.

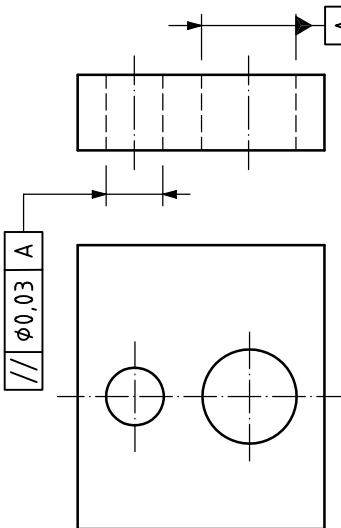
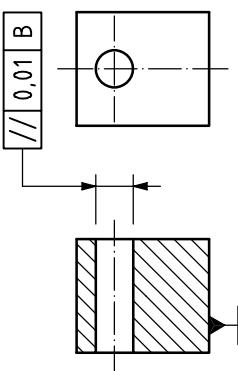
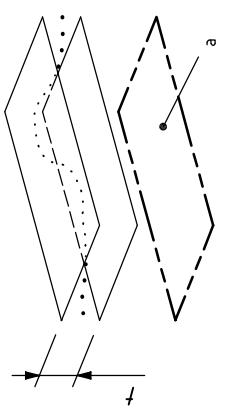
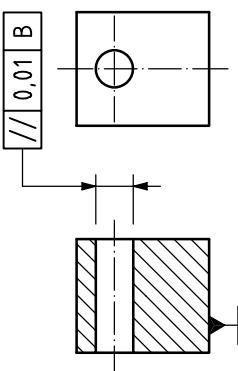
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication	Dimensions en millimètres
18.6 Tolérance de profil d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées (voir ISO 1660)	<p>La zone de tolérance est limitée par deux lignes enveloppes des cercles de diamètre t, dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique théorique exacte par rapport au plan de référence A et au plan de référence B.</p> 	<p>Dans chaque section, parallèle au plan de projection dans lequel l'indication est donnée, la ligne extraite (effective) doit être comprise entre deux lignes équidistantes qui enveloppent des cercles de diamètre $0,04$, dont les centres sont situés sur une ligne ayant la forme géométrique exacte par rapport au plan de référence A et au plan de référence B.</p>	<p>Dimensions en millimètres</p>
18.7 Tolérance de profil d'une surface non rapportée à une référence spécifiée (voir ISO 1660)	<p>La zone de tolérance est limitée par deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre t, dont les centres sont situés sur une surface ayant la forme géométrique théorique exacte.</p> 	<p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux surfaces équidistantes qui enveloppent des sphères de diamètre $0,02$, dont les centres sont situés sur une surface ayant la forme géométrique théorique exacte.</p>	<p>Dimensions en millimètres</p>

Dimensions en millimètres

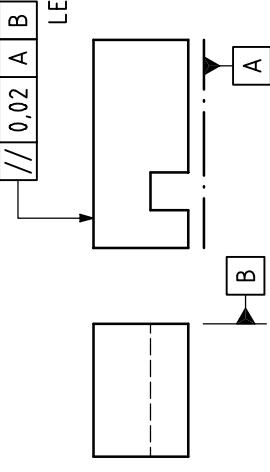
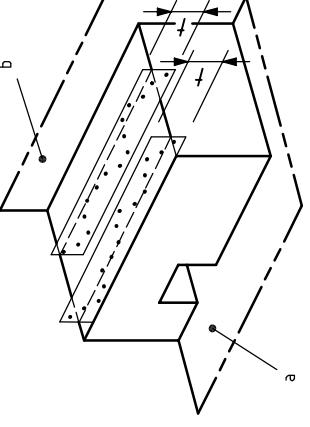
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
\triangleleft	<p>18.8 Tolérance de profil d'une surface par rapport à une référence spécifiée (voir ISO 16660)</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre t, dont les centres sont situés sur une surface géométrique théorique exacte par rapport au plan de référence A.</p>  <p>a Référence spécifiée A.</p>	<p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux surfaces équidistantes de diamètre $0,1$, dont les centres sont situés sur une surface ayant la forme géométrique théorique exacte par rapport au plan de référence A.</p>  <p>Figure 77</p>
\square	<p>18.9 Tolérance de parallélisme</p> <p>18.9.1 Tolérance de parallélisme d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t. Les plans sont parallèles aux références spécifiées et dans la direction spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée A. b Référence spécifiée B.</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de $0,1$ et parallèles à l'axe de référence A, orientés par rapport au plan de référence B et dans la direction spécifiée.</p>  <p>Figure 79</p>

Dimensions en millimètres	Indication et explication
Symbole	Définition de la zone de tolérance
18.9.1 Tolérance de parallélisme d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées (suite)	<p>La ligne médiane extrait (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,1 et parallèles à l'axe de référence A, orientés par rapport au plan de référence B et dans la direction spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée A. b Référence spécifiée B.</p> <p>Figure 80</p>
// 0,1 A B	<p>La ligne médiane extrait (effective) doit être comprise entre deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,1 et 0,2 parallèles à l'axe de référence A et dans la direction spécifiée par rapport au plan de référence B, et perpendiculaires entre eux.</p>  <p>Figure 81</p>
// 0,2 A B	<p>La zone de tolérance est limitée par deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,1 et 0,2 et perpendiculaires entre eux. Les plans sont parallèles à l'axe de référence A (a) et au plan de référence B (b).</p>  <p>a Référence spécifiée A. b Référence spécifiée B.</p> <p>Figure 82</p>
// 0,1 A B	<p>La ligne médiane extrait (effective) doit être comprise entre deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,1 et 0,2 parallèles à l'axe de référence A et dans la direction spécifiée par rapport au plan de référence B, et perpendiculaires entre eux.</p>  <p>Figure 83</p>

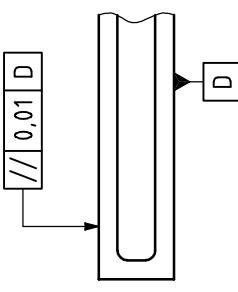
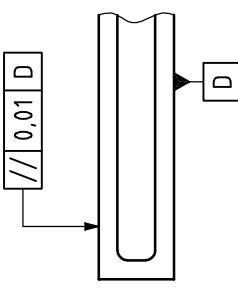
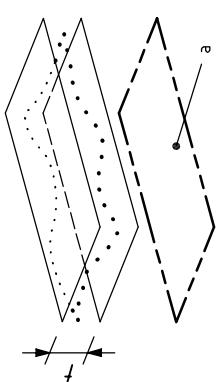
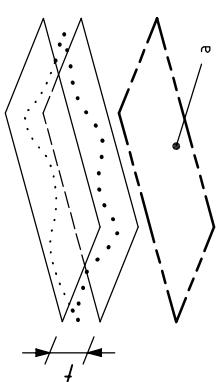
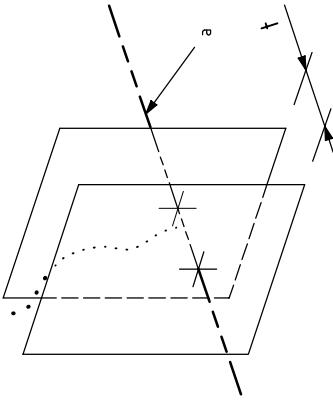
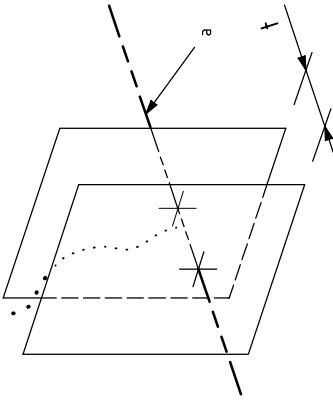
Dimensions en millimètres

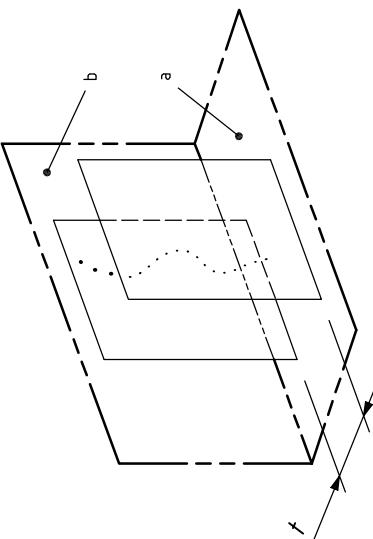
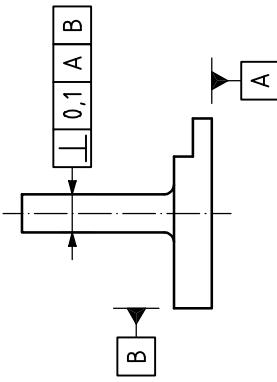
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
$\text{/// } \phi 0,03 \text{ A}$	<p>18.9.2 Tolérance de parallélisme d'une ligne par rapport à une ligne de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t, parallèle à la référence spécifiée, lorsque la valeur de la tolérance est précédée du symbole ϕ.</p>  <p>a Référence spécifiée A.</p> <p>//</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise dans une zone cylindrique de référence limitée par deux lignes parallèles distantes de $0,03$, parallèle à l'axe de référence A.</p>  <p>Figure 85</p>
$\text{/// } 0,01 \text{ B}$	<p>18.9.3 Tolérance de parallélisme d'une ligne par rapport à une surface de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux lignes parallèles distantes de t, parallèles à la référence spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée B.</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de $0,01$ et parallèles au plan de référence B.</p>  <p>Figure 87</p>

Dimensions en millimètres

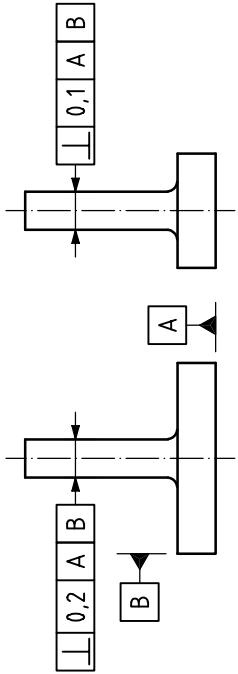
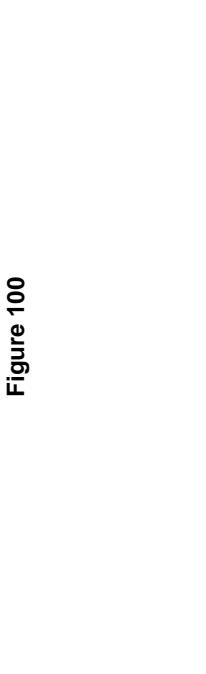
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
	18.9.4 Tolérance de parallélisme d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées <p>La zone de tolérance est limitée par deux lignes parallèles distantes de t et parallèles au plan de référence A, les lignes étant situées dans un plan parallèle à la référence spécifiée B.</p>	 Figure 89
	18.9.5 Tolérance de parallélisme d'une surface par rapport à une ligne de référence <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et parallèles à la référence spécifiée.</p>	 Figure 88 <p>a Référence spécifiée A. b Référence spécifiée B.</p>

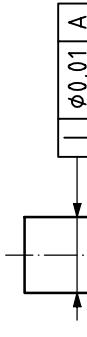
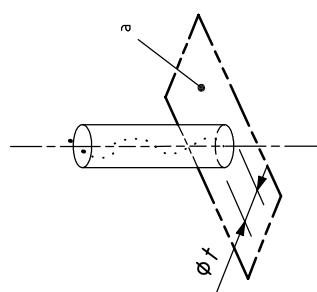
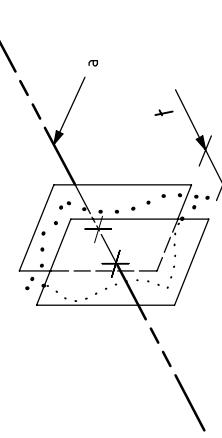
Dimensions en millimètres

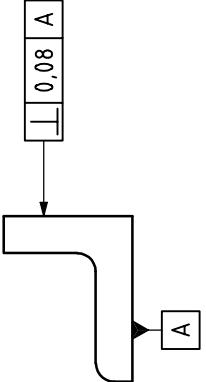
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
//	<p>18.9.6 Tolérance de parallélisme d'une surface par rapport à une surface de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,01 et parallèles au plan de référence D.</p> 	 <p>Figure 93</p>
a	<p>18.10 Tolérance de perpendicularité</p> <p>18.10.1 Tolérance de perpendicularité d'une ligne par rapport à une ligne de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles perpendiculaires à la référence spécifiée.</p>  <p>Figure 92</p>	 <p>Figure 92</p>
⊥	<p>18.10.2 Tolérance de perpendicularité d'une surface par rapport à une ligne de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles perpendiculaires à la référence spécifiée.</p>  <p>Figure 94</p>	 <p>Figure 94</p>

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
 18.10.2 Tolérance de perpendicularité d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t. Les plans sont perpendiculaires à la référence spécifiée A et parallèles à la référence spécifiée B.</p>	 <p>Figure 96</p> <p>a Référence spécifiée A. b Référence spécifiée B.</p>	<p>Dimensions en millimètres</p>  <p>Figure 97</p>

Dimensions en millimètres

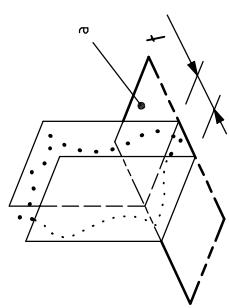
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
\perp	<p>18.10.2 Tolérance de perpendicularité d'une ligne par rapport à un système de références spécifiées (suite)</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,1 et 0,2 et perpendiculaires entre eux. Ces deux couples de plans sont perpendiculaires à la référence spécifiée A, une référence spécifiée B étant parallèle à la référence spécifiée A (voir Figure 98), l'autre couple de plans étant perpendiculaire à la référence spécifiée B (voir Figure 99).</p> 	<p>La ligne médiane extraite (effective) du cylindre doit être comprise entre deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,1 et de 0,2, dans la direction des deux couples de plans spécifiée par rapport au plan de référence B et perpendiculaires entre eux. Chaque couple de plans étant parallèle à la référence spécifiée B (voir Figure 99), couple de plans parallèles doit être perpendiculaire au plan de référence A.</p> <p>Figure 100</p> 

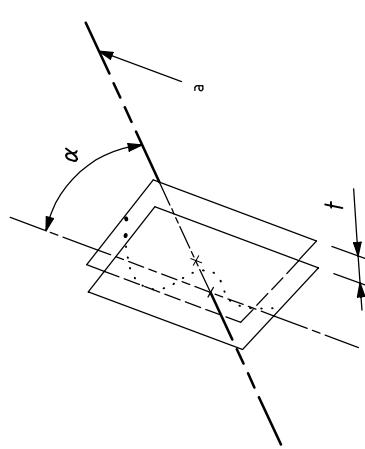
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
\perp	<p>18.10.3 Tolérance de perpendicularité d'une ligne par rapport à une surface de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t, La ligne médiane extraite (effective) du cylindre doit être comprise dans une zone perpendiculaire à la référence spécifiée, lorsque la valeur de la tolérance est cylindrique de diamètre 0,01, perpendiculaire au plan de référence A.</p> 	Dimensions en millimètres
\perp	<p>18.10.4 Tolérance de perpendicularité d'une surface par rapport à une ligne de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et perpendiculaires à la référence spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée A.</p>	<p>18.10.4 Tolérance de perpendicularité d'une surface par rapport à une ligne de référence</p> <p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et perpendiculaires à l'axe de référence A.</p>  <p>a Référence spécifiée A.</p>
\perp	<p>Figure 102</p>	<p>Figure 104</p>

Dimensions en millimètres		
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
\perp	<p>18.10.5 Tolérance de perpendicularité d'une surface par rapport à une surface de référence</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et perpendiculaires à la référence spécifiée.</p>	<p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et perpendiculaires au plan de référence A.</p>  <p>Figure 106</p>

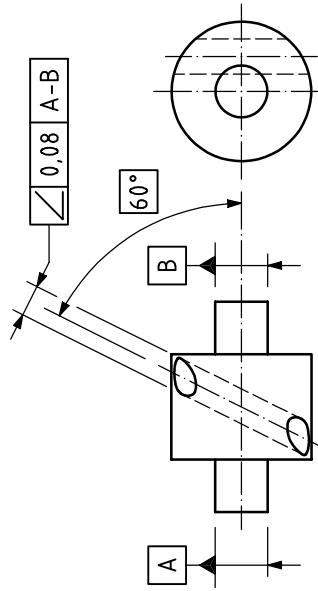
a Référence spécifiée A.

Figure 105



Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication	Dimensions en millimètres
18.11 Tolérance d'inclinaison			
	<p>18.11.1 Tolérance d'inclinaison d'une ligne par rapport à une ligne de référence</p> <p>a) Ligne et ligne de référence contenues dans le même plan: La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.</p>  <p style="text-align: center;">$\angle \alpha$</p> <p style="text-align: center;">t</p> <p style="text-align: center;">a Référence spécifiée A-B.</p>	<p>Figure 107</p> <p>La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et inclinés d'un angle théorique exact de 60° par rapport à la droite de référence commune A-B.</p>	

∠

Figure 108**Figure 110**

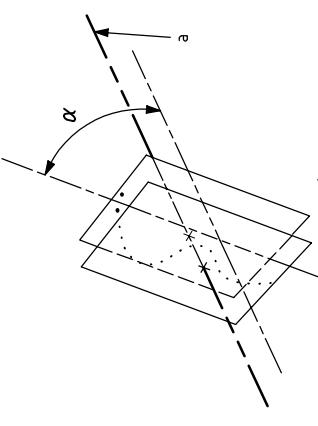
- b) La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée. La ligne considérée et la ligne de référence ne sont pas dans le même plan.
- 
- $\angle \alpha$
- t
- a Référence spécifiée A-B.

Figure 109

Dimensions en millimètres

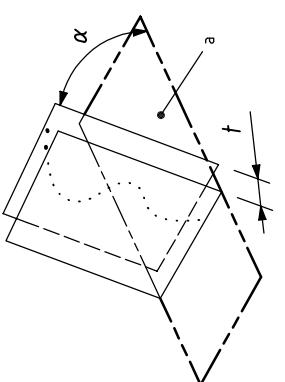
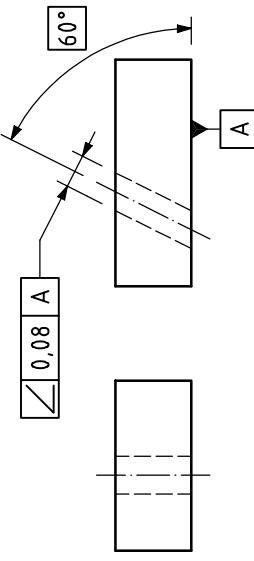
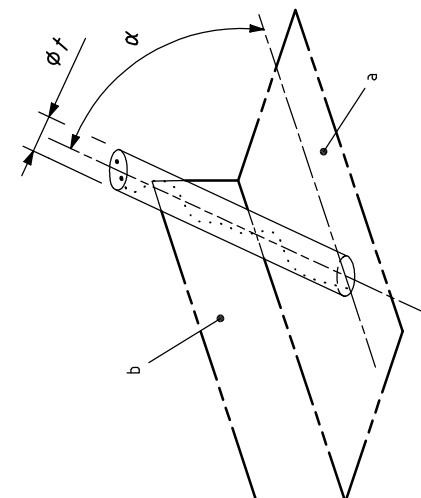
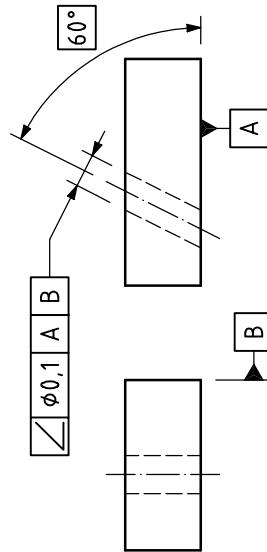
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.11.2 Tolérance d'inclinaison d'une ligne par rapport à une surface de référence	<p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée A.</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et inclinés d'un angle théorique exact de 60° par rapport au plan de référence A.</p>  <p>Figure 112</p>

Figure 111

La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t , lorsque la valeur de la tolérance est précédée du symbole φ . La zone de tolérance cylindrique est parallèle au plan de référence B et inclinée de l'angle spécifié par rapport au plan de référence A.



a Référence spécifiée A.
b Référence spécifiée B.

Figure 113**Figure 114**

Symbol	Définition de la zone de tolérance	Dimensions en millimètres	Indication et explication
	18.11.3 Tolérance d'inclinaison d'une surface par rapport à une ligne de référence La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.		 Figure 116
	18.11.4 Tolérance d'inclinaison d'une surface par rapport à une surface de référence La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.		 Figure 117
	18.11.5 Tolérance d'inclinaison d'une surface par rapport à une surface de référence par rapport à une ligne de référence La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.		 Figure 118
	18.11.6 Tolérance d'inclinaison d'une surface par rapport à une surface de référence par rapport à une surface de référence La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et inclinés de l'angle spécifié par rapport à la référence spécifiée.		 Figure 119

Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.12 Tolérance de localisation (voir ISO 5458)		
18.12.1 Tolérance de localisation d'un point	<p>La zone de tolérance est limitée par une sphère de diamètre t, lorsque la valeur de la tolérance est précédée du symbole $S\phi$. La position du centre de la zone de tolérance sphérique est déterminée par des dimensions théoriques exactes par rapport aux références spécifiées A, B et C.</p> <p>NOTE La définition du centre extracté d'une sphère n'est pas encore normalisée.</p>	<p>$\phi S\phi 0,3$ A B C</p> <p>NOTE La définition du centre extracté d'une sphère n'est pas encore normalisée.</p>

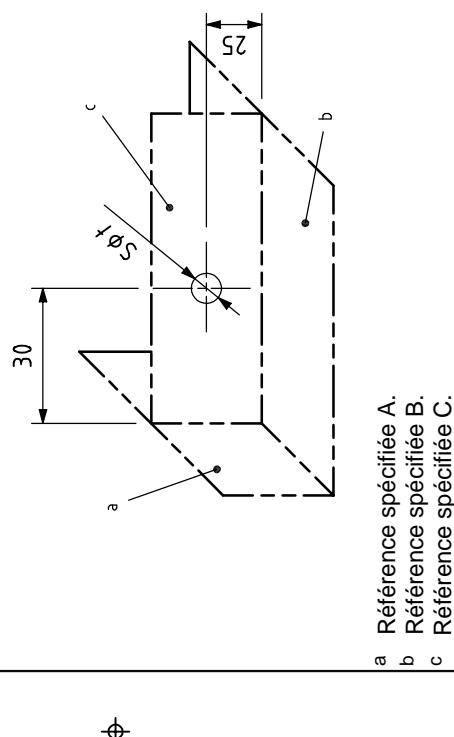
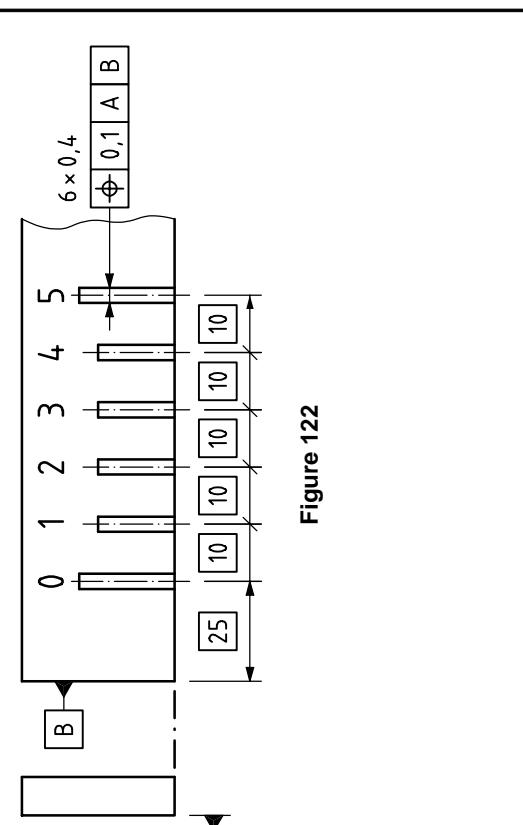


Figure 119

Figure 120

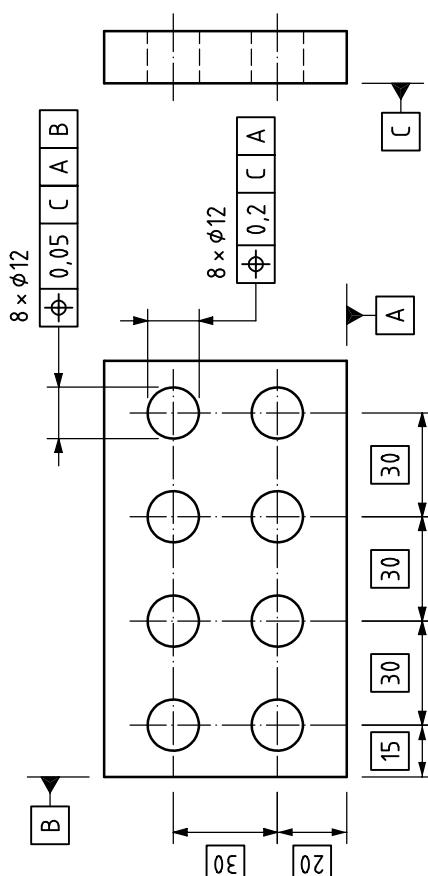
Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
	<p>18.12.2 Tolérance de localisation d'une ligne</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et disposés symétriquement par rapport à la droite centrale. La position de la droite centrale est déterminée par des dimensions théoriques exactes par rapport aux références spécifiées A et B. La tolérance n'est prescrite que dans une seule direction.</p>	<p>Figure 122</p>

a Référence spécifiée A.
b Référence spécifiée B.

Figure 121

Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.12.2 Tolérance de localisation d'une ligne (suite)	<p>La zone de tolérance est limitée par deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,05 et 0,2 et disposés symétriquement par rapport à la position théorique exacte. La position théorique exacte est déterminée par des dimensions théoriques exactes par rapport aux références C, A et B. La tolérance est prescrite dans deux directions par rapport aux références spécifiées.</p> 	<p>La ligne médiane extraite (effective) de chaque trou doit être comprise entre deux couples de plans parallèles distants respectivement de 0,05 et 0,2, dans la direction perpendiculaire entre eux. Chaque couple de plans parallèles est spécifiée, et perpendiculaire au système de référence et est disposé symétriquement de part et d'autre de la position théorique exacte du trou considéré, par rapport aux plans de références C, A et B.</p> <p>Figure 125</p>

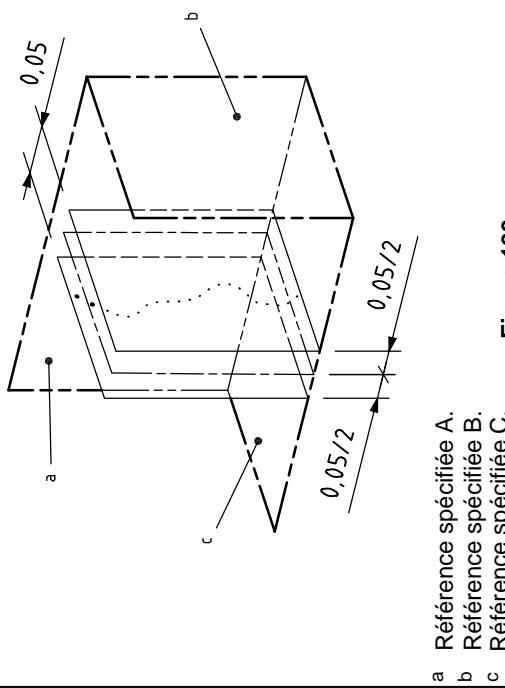


Figure 123

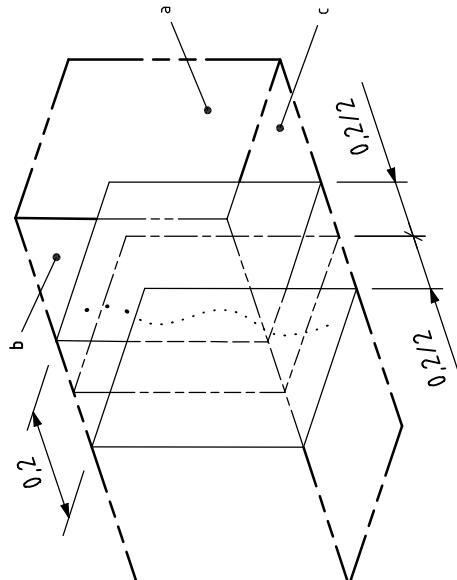
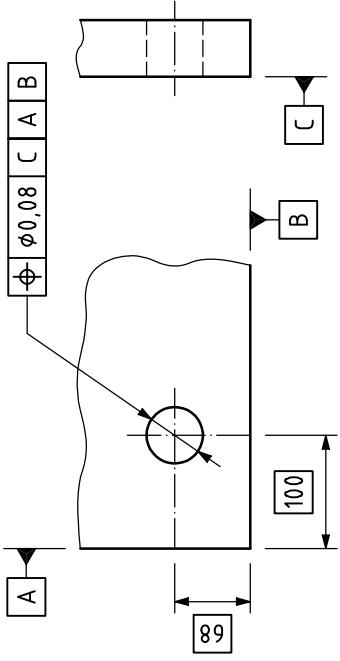
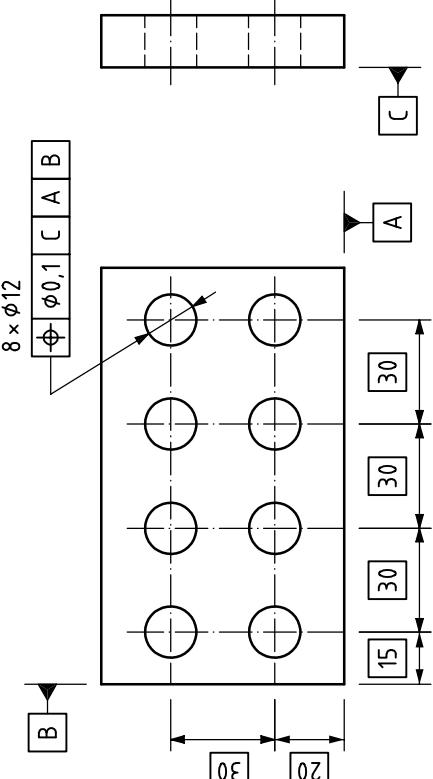
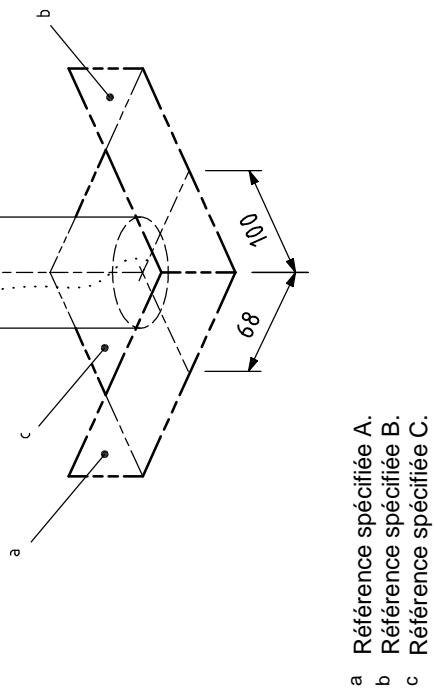


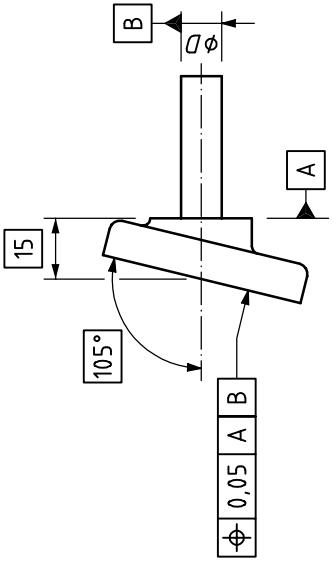
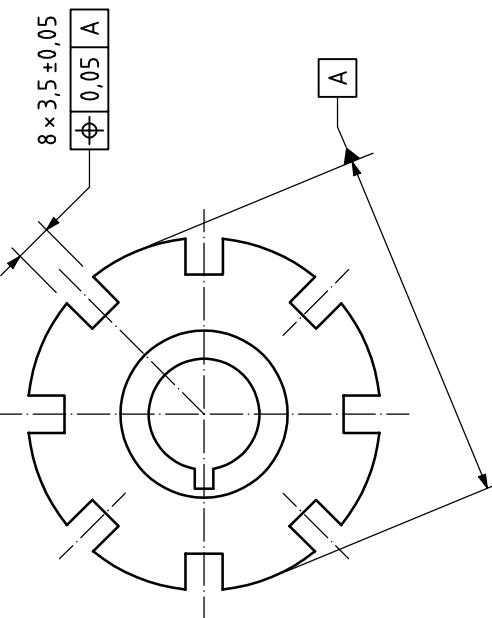
Figure 124

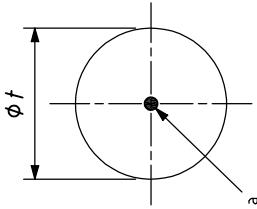
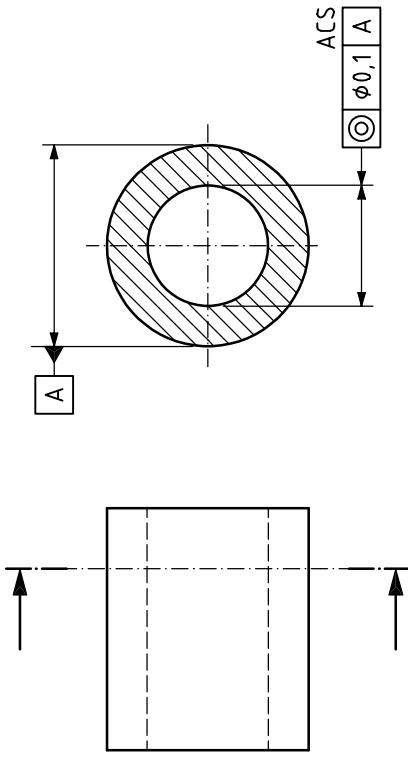
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication	Dimensions en millimètres
18.12.2 Tolérance de localisation d'une ligne (suite)	<p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t, lorsque la valeur de la tolérance est précédée du symbole \oplus. L'axe du cylindre de tolérance est déterminé par des dimensions théoriques exactes par rapport aux références spécifiées C, A et B.</p> 	<p>La ligne médiane extraite (effective) de chaque trou doit être comprise dans une zone cylindrique de diamètre 0,08, dont l'axe coïncide avec la position théorique exacte du trou considéré par rapport aux plans de référence C, A et B.</p> 	<p>Figure 127</p>



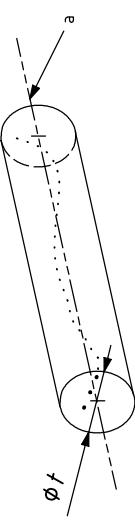
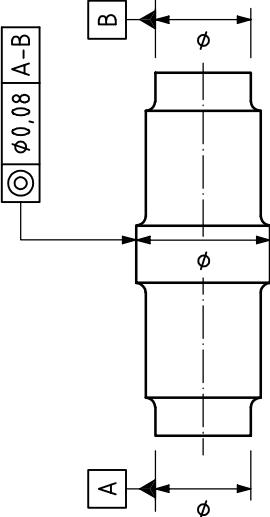
\oplus

Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
$\text{Ø} \pm 0,05 \text{ A B}$	<p>18.12.3 Tolérance de localisation d'une surface plane ou d'un plan médian</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et disposés symétriquement par rapport à la position théorique exacte déterminée par des dimensions théoriques exactes par rapport aux références spécifiées A et B.</p>  <p>Figure 130</p> <p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,05 et disposés symétriquement de part et d'autre de la position théorique exacte du plan médian par rapport au plan de référence A.</p>	 <p>Figure 131</p> <p>NOTE L'angle théorique exact entre les huit rainures est implicitement donné (voir 4.4 de l'ISO 5458:1998).</p>

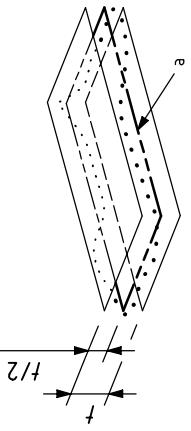
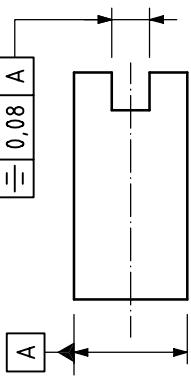
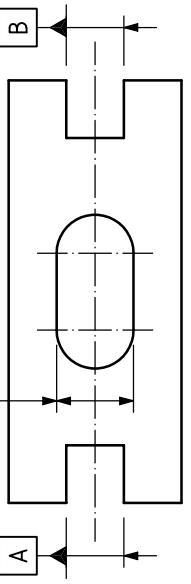
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.13 Tolérance de concentricité et de coaxialité 18.13.1 Tolérance de concentricité d'un point La zone de tolérance est limitée par un cercle de diamètre t ; la valeur de la tolérance doit être précédée du symbole \odot . Le centre de la zone de tolérance circulaire coïncide avec le point de référence.		Le centre extract (effectif) du cercle intérieur doit être compris dans un cercle de diamètre $0,1$, concentrique au point de référence A dans la section droite. 
\odot	a Point de référence A.	Figure 132 Figure 133

Dimensions en millimètres

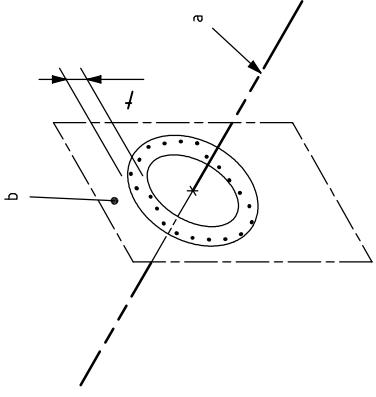
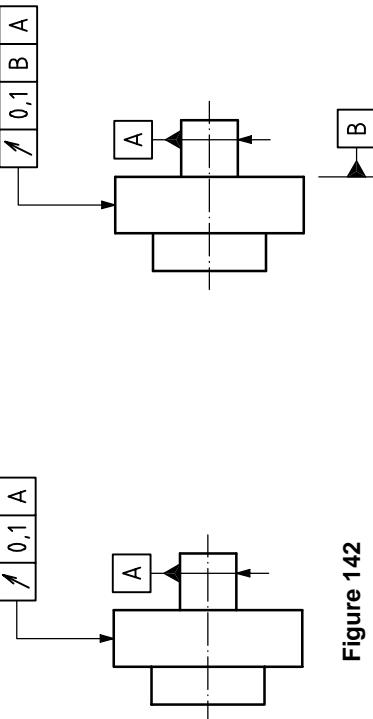
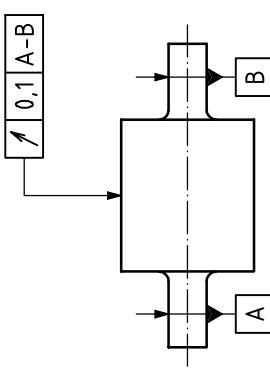
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.13.2 Tolérance de coaxialité d'un axe	<p>La zone de tolérance est limitée par un cylindre de diamètre t; la valeur de la tolérance doit être précédée du symbole ϕ. L'axe de la zone de tolérance cylindrique coïncide avec la référence spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée A-B.</p>	<p>La ligne médiane extraite (effective) du cylindre tolérancé doit être comprise dans une zone cylindrique de diamètre $0,08$ ayant pour axe l'axe de référence A-B.</p>  <p>Figure 135</p>



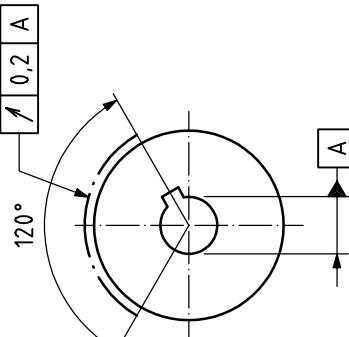
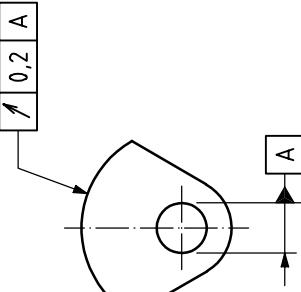
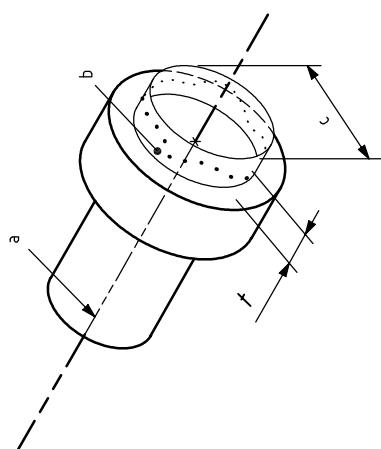
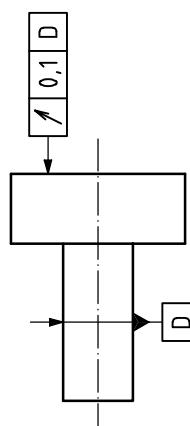
Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.14 Tolérance de symétrie 18.14.1 Tolérance de symétrie d'un plan médian La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t disposés symétriquement par rapport au plan médian par rapport à la référence spécifiée.	 a Référence spécifiée. $\frac{t}{2}$	<p>La surface extraite (effective) médiane doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et disposés symétriquement par rapport au plan de référence.</p>  <p>Figure 139</p> <p>La surface extraite (effective) médiane doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et disposés symétriquement par rapport au plan de référence A.</p>  <p>Figure 140</p> <p>La surface extraite (effective) médiane doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et disposés symétriquement par rapport au plan de référence commune A-B.</p>

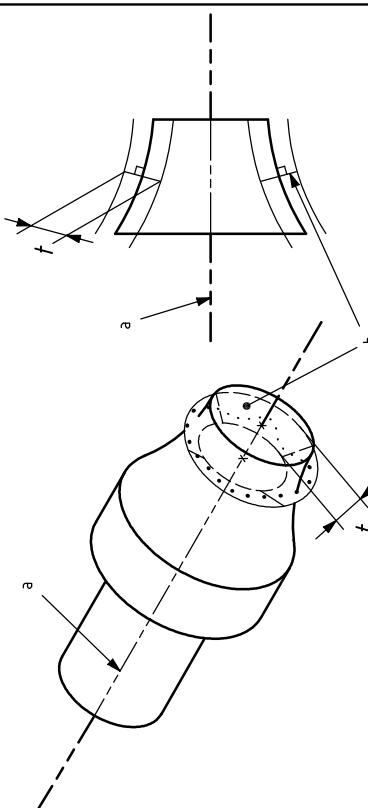
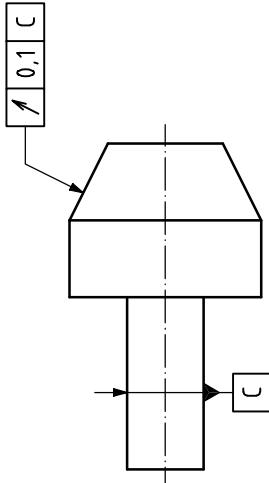
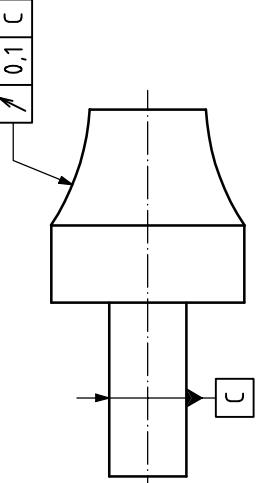
Dimensions en millimètres

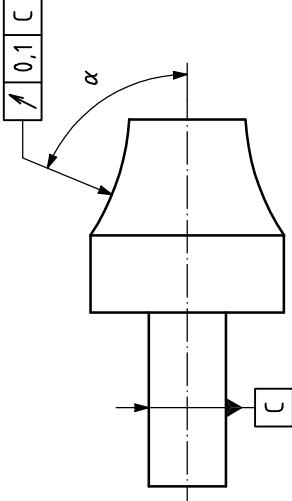
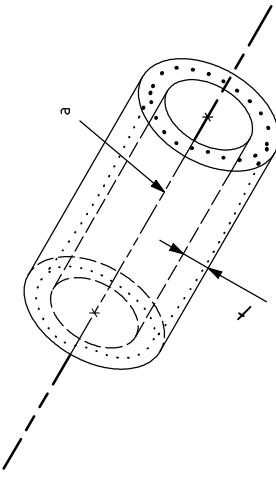
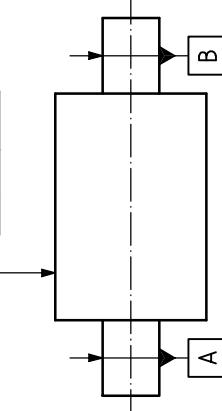
Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.15 Tolérance de battement circulaire 18.15.1 Tolérance de battement circulaire radial	<p>La zone de tolérance est limitée, dans chaque section perpendiculaire à l'axe de référence, par deux cercles concentriques ayant une différence de rayons égale à t, dont les centres coïncident avec la référence spécifiée.</p>  <p>a Référence spécifiée. b Section droite.</p>	<p>La ligne extraite (effective) dans une section droite quelconque perpendiculaire à l'axe de référence A doit être comprise entre deux cercles coplanaires concentriques ayant une différence de rayons de 0,1 (voir Figure 142).</p> <p>La ligne extraite (effective) dans une section droite quelconque parallèle au plan de référence B doit être comprise entre deux cercles coplanaires concentriques à l'axe de référence A ayant une différence de rayons de 0,1 (voir Figure 143).</p>  <p>Figure 142</p>  <p>Figure 143</p>  <p>Figure 144</p>

Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.15.1 Tolérance de battement circulaire radial (suite)	<p>Le battement s'applique généralement à des éléments complets, mais peut être appliqué à une partie restreinte de l'élément (voir Figure 145).</p> <p>La ligne extraite (effective) dans une section droite quelconque perpendiculaire à l'axe de référence A doit être comprise entre deux cercles coplanaires concentriques ayant une différence de rayons de 0,2.</p> 	 <p>Figure 146</p>
18.15.2 Tolérance de battement circulaire axial	<p>La zone de tolérance est limitée, pour chaque section cylindrique, par deux cercles distants de t, situés dans la section cylindrique, dont l'axe coïncide avec la référence spécifiée.</p> <p>La ligne extraite (effective) dans une section cylindrique quelconque, dont l'axe coïncide avec l'axe de référence D, doit être comprise entre deux cercles distants de 0,1.</p> 	 <p>Figure 148</p>

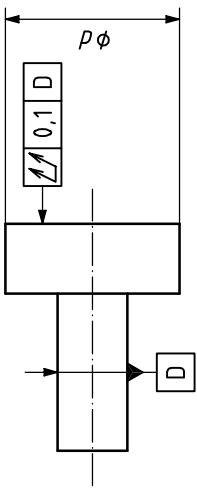
Dimensions en millimètres

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.15.3 Tolérance de battement circulaire dans n'importe quelle direction	<p>La zone de tolérance est limitée, pour chaque section conique, par deux cercles distants de t, dont les axes coïncident avec la référence spécifiée.</p> <p>La largeur de la zone de tolérance est dans une direction normale à la géométrie spécifiée, sauf indication contraire.</p> 	<p>La ligne extraite (effective) dans une section conique quelconque, dont l'axe coïncide avec l'axe de référence C, doit être comprise entre deux cercles distants de 0,1 dans la section conique.</p>  <p>Figure 150</p> <p>Lorsque la génératrice pour l'élément tolérancé n'est pas droite, l'angle au sommet de la section conique changera en fonction de la position réelle (voir Figure 149 de droite et Figure 151).</p>  <p>Figure 151</p>

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
18.15.4 Tolérance de battement circulaire dans une direction spécifiée	<p>La zone de tolérance est limitée, pour chaque section conique ayant l'angle spécifié, par deux cercles distants de t, dont les axes coïncident avec la référence spécifiée.</p>	 <p>Figure 153</p>
18.16 Tolérance de battement total	<p>18.16.1 Tolérance de battement total radial</p>	<p>La zone de tolérance est limitée par deux cylindres coaxiaux ayant une différence de rayons égale à t, dont les axes coïncident avec la référence spécifiée.</p> <p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux ayant une différence de rayons de 0,1, dont les axes coïncident avec la droite de référence commune A-B.</p>  <p>Figure 154</p> <p>a Référence spécifiée A-B.</p>
		 <p>Figure 155</p>

Symbole	Définition de la zone de tolérance	Indication et explication
	<p>18.16.2 Tolérance de battement total axial</p> <p>La zone de tolérance est limitée par deux plans parallèles distants de t et perpendiculaires à la référence spécifiée.</p>	<p>La surface extraite (effective) doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,1 et perpendiculaires à l'axe de référence D.</p> <p>Figure 156</p>

Figure 157



Annexe A

(informative)

Anciennes pratiques

A.1 La présente annexe décrit d'anciennes pratiques qui ont été supprimées et ne sont plus utilisées. Elle ne fait donc pas partie intégrante de la présente Norme internationale, et il convient de ne l'utiliser que pour information.

Les indications suivantes de dessin étaient prévues dans l'ISO 1101:1983. En pratique, leur utilisation a montré que leur interprétation était ambiguë. Il convient donc de ne plus utiliser ces indications sur les dessins.

A.2 Il était d'usage de relier le cadre de tolérance par un trait de rappel de cote terminé par une flèche aboutissant directement sur l'axe ou le plan médian (voir Figure A.1) ou sur l'axe commun ou le plan médian commun (voir Figures A.2 et A.3) quand la tolérance s'appliquait à de tels éléments. Cette pratique était une variante des indications données aux Figures 13, 14 et 15.

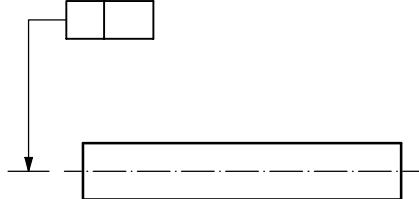


Figure A.1

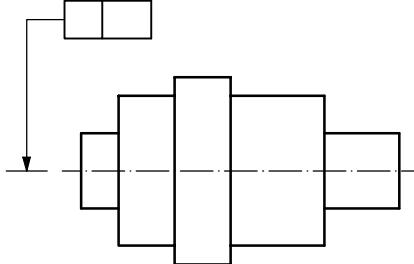


Figure A.2

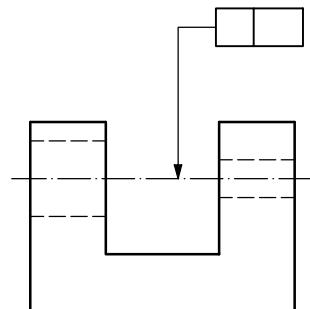


Figure A.3

A.3 Il était d'usage de relier le triangle de référence et la lettre de référence directement à l'axe ou au plan médian, ou à l'axe commun ou au plan médian commun (voir Figure A.4) lorsque la référence s'appliquait à de tels éléments. Cette pratique était une variante de l'indication donnée à la Figure 33.

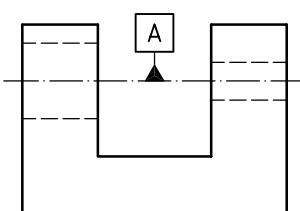


Figure A.4

A.4 Il était d'usage d'indiquer les lettres de référence sans aucun ordre de priorité (voir Figure A.5). Il n'était donc pas possible de déterminer clairement les références primaire et secondaire. Cette pratique constituait une variante de l'indication donnée à la Figure 37.

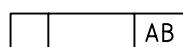


Figure A.5

A.5 Il était d'usage de relier le cadre de tolérance directement à l'élément de référence par un trait de rappel de cote (voir Figures A.6 et A.7). Cette pratique constituait une variante de la méthode décrite en 9.2.

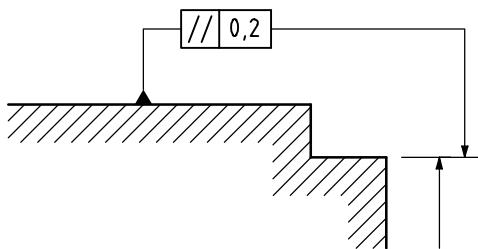


Figure A.6

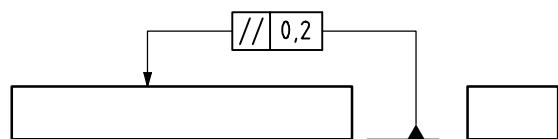


Figure A.7

A.6 Il était d'usage d'indiquer des zones de tolérance individuelles de même valeur s'appliquant à plusieurs éléments séparés tels qu'ilustrés aux Figures A.8 et A.10. Cette pratique constituait une variante de la méthode décrite en 8.4.

A.7 Il était d'usage d'indiquer l'exigence de zone commune en plaçant l'expression «zone commune» près du cadre de tolérance (voir Figures A.9 et A.10). Cette pratique constituait une variante de la méthode décrite en 8.5.

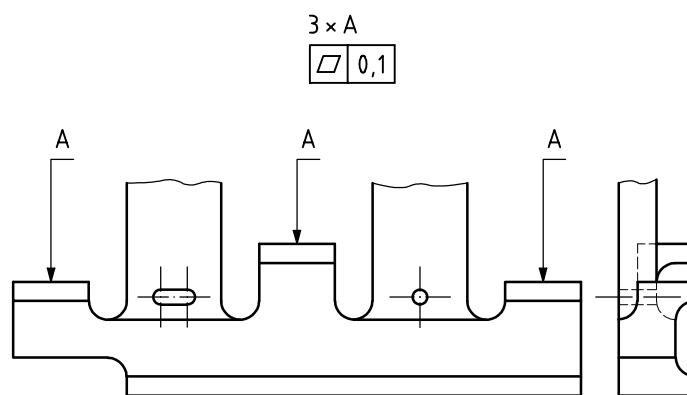


Figure A.8

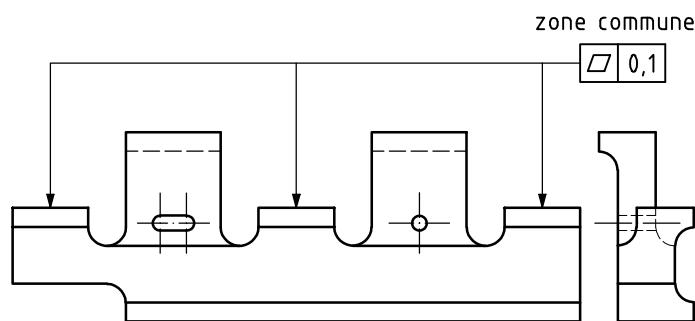


Figure A.9

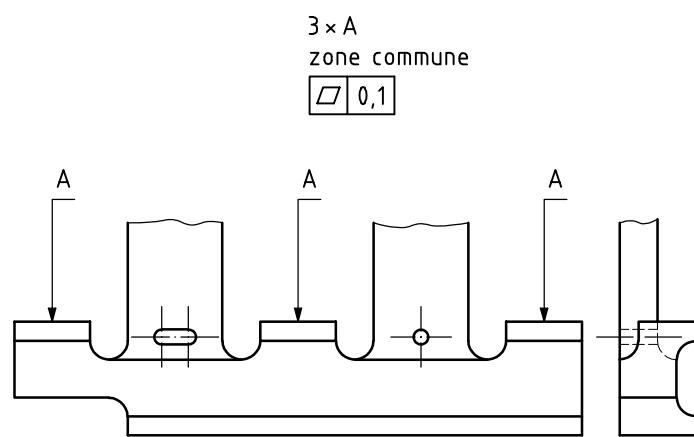


Figure A.10

Annexe B (normative)

Évaluation des écarts géométriques

B.1 Généralités

Des documents internationaux concernant l'évaluation des écarts géométriques pour la cylindricité, la circularité, la planéité et la rectitude ont été développés (cf. ISO/TS 12180-1, ISO/TS 12180-2, ISO/TS 12181-1, ISO/TS 12181-2, ISO/TS 12780-1, ISO/TS 12780-2, ISO/TS 12781-1 et ISO/TS 12781-2).

Cependant, à la date de publication de la présente Norme internationale, il n'a pas été possible d'atteindre un consensus sur l'ensemble des choix par défaut sur les filtres de coupure d'ondulation (UPR), le rayon de touche de palpeur et la méthode d'association pour la cylindricité, la circularité, la planéité et la rectitude (c'est-à-dire les conditions permettant de relier à, respectivement, un cylindre de référence, un plan de référence et une ligne de référence).

Cela signifie que les spécifications de cylindricité, de circularité, de planéité et de rectitude devraient indiquer explicitement quelles valeurs sont à utiliser pour ces opérations de spécification (conformément à l'ISO/TS 17450-2) afin qu'elles soient uniques.

NOTE Il est prévu que la façon d'indiquer un opérateur de spécification particulier soit donnée dans un prochain amendement à la présente Norme internationale.

Étant donné qu'aucune valeur complète par défaut n'a été pour l'instant établie, une sélection de définitions de zones de tolérances basées sur des éléments géométriques idéaux est donnée ci-après. Ces exemples sont donnés pour illustrer comment évaluer des écarts de forme d'éléments extraits (réels) et les comparer avec des zones de tolérance. Il convient de garder à l'esprit que la sélection de définitions de zones de tolérance ne décrit pas l'ensemble des données pour l'opération de spécification requise, et, en conséquence, ne constitue que des options par défaut incomplètes qui doivent être utilisées uniquement si aucune autre indication n'est donnée (voir la note ci-dessus).

Afin d'assurer la compatibilité avec les usages antérieurs, la présente annexe reproduit et complète les éléments de l'ISO 1101:1983, non couverts autrement dans la présente édition.

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

B.2 Rectitude

La rectitude d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque l'élément est compris entre deux droites dont la distance est inférieure ou égale à la valeur de la tolérance spécifiée. L'orientation des droites doit être choisie de façon que la plus grande distance entre elles soit minimale.

Un exemple pour une section donnée est représenté ci-après:

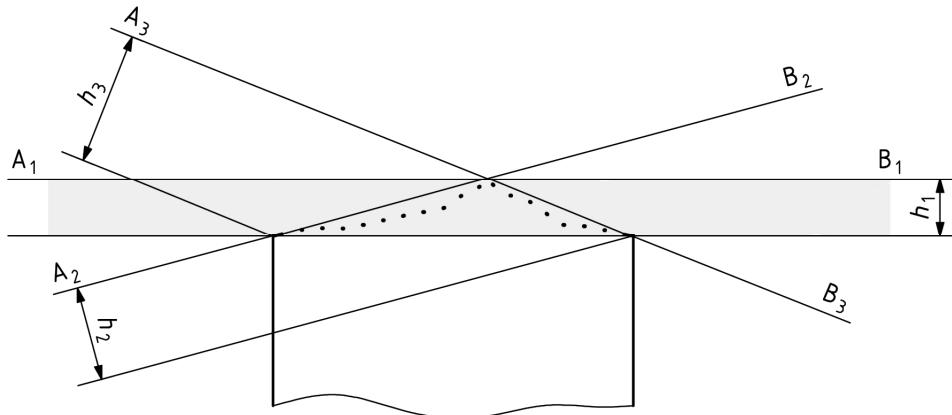


Figure B.1

Orientations possibles des droites:

A₁-B₁

A₂-B₂

A₃-B₃

Distances correspondantes:

h_1

h_2

h_3

Dans le cas de la Figure B.1:

$h_1 < h_2 < h_3$

En conséquence, l'orientation correcte des droites est A₁-B₁. La distance h_1 doit être au plus égale à la tolérance spécifiée.

B.3 Planéité

La planéité d'un élément tolérancé isolé est jugée correcte lorsque l'élément est compris entre deux plans dont la distance est inférieure ou égale à la valeur de la tolérance spécifiée. L'orientation des plans doit être choisie de façon que la plus grande distance entre eux soit minimale.

Un exemple est représenté ci-après:

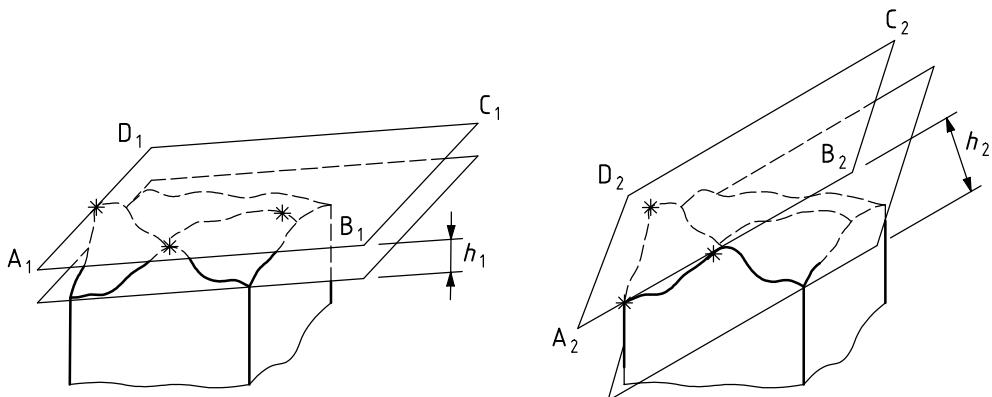


Figure B.2

Orientations possibles des plans:

A₁-B₁-C₁-D₁

A₂-B₂-C₂-D₂

Distances correspondantes:

h_1

h_2

Dans le cas de la Figure B.2:

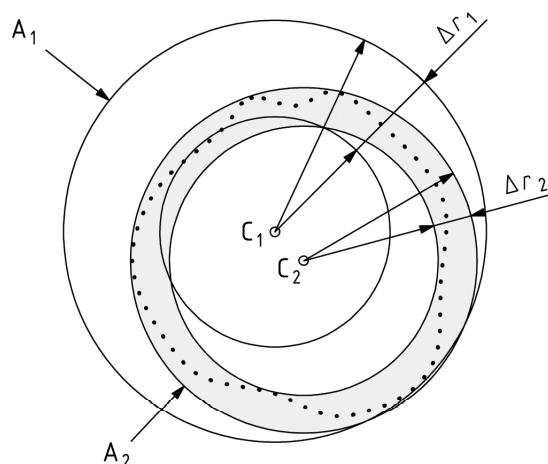
$h_1 < h_2$

En conséquence, l'orientation correcte des plans est A₁-B₁-C₁-D₁. La distance h_1 doit être au plus égale à la tolérance spécifiée.

B.4 Circularité

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

Un exemple pour une section donnée est représenté ci-après:



$$\Delta r_2 < \Delta r_1$$

Figure B.3

Positions possibles des centres des deux cercles concentriques et différence de rayons minimale.

Le centre (C₁) de A₁ positionne deux cercles concentriques avec une différence de rayons Δr_1 .

Le centre (C₂) de A₂ positionne deux cercles concentriques avec une différence de rayons Δr_2 .

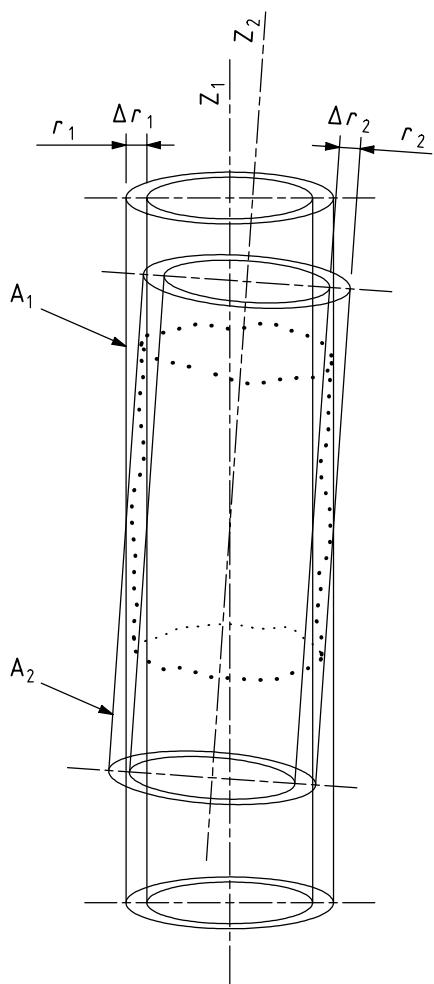
Dans le cas de la Figure B.3: $\Delta r_2 < \Delta r_1$

En conséquence, la position correcte des deux cercles concentriques est celle désignée A₂. Il convient que la différence de rayons Δr_2 soit au plus égale à la tolérance spécifiée.

B.5 Cylindricité

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

EXEMPLE

**Figure B.4**

Positions possibles des axes des deux cylindres coaxiaux et différence de rayons minimale.

L'axe (Z_1) de A_1 positionne deux cylindres coaxiaux, avec une différence de rayons Δr_1 .

L'axe (Z_2) de A_2 positionne deux cylindres coaxiaux avec une différence de rayons Δr_2 .

Dans le cas de la Figure B.4: $\Delta r_2 < \Delta r_1$

En conséquence, la position correcte des deux cylindres coaxiaux est celle désignée A_2 . Il convient que la différence de rayons Δr_2 soit au plus égale à la tolérance spécifiée.

Annexe C

(normative)

Relation avec la matrice GPS

C.1 Généralités

Pour de plus amples renseignements à propos de la matrice GPS, voir l'ISO/TR 14638.

C.2 Information sur la présente Norme internationale et son utilisation

La présente Norme internationale renferme les informations de base pour le tolérancement géométrique des pièces. Elle constitue la base de départ et décrit les fondements du tolérancement géométrique.

C.3 Situation dans la matrice GPS

La présente Norme internationale est une norme GPS générale, qui influence les maillons 1 et 2 des chaînes de normes sur la forme, l'orientation, la position et le battement et le maillon 1 des chaînes de normes sur les références du schéma directeur, comme illustré à la Figure C.1.

Normes GPS de base	Normes GPS globales						
	Matrice GPS générale						
Maillon n°	1	2	3	4	5	6	
Taille							
Distance							
Rayon							
Angle							
Forme d'une ligne indépendante d'une référence							
Forme d'une ligne dépendant d'une référence							
Forme d'une surface indépendante d'une référence							
Forme d'une surface dépendant d'une référence							
Orientation							
Position							
Battement circulaire							
Battement total							
Références							
Profil de rugosité							
Profil d'ondulation							
Profil primaire							
Imperfections de surface							
Arêtes							

Figure C.1

C.4 Normes internationales associées

Les Normes internationales associées sont celles des chaînes de normes indiquées sur la Figure C.1.

Bibliographie

- [1] ISO 128 (toutes les parties), *Dessins techniques — Principes généraux de représentation*
- [2] ISO 129 (toutes les parties), *Dessins techniques — Indication des cotes et tolérances*
- [3] ISO 3040:1990, *Dessins techniques — Cotation et tolérancement — Cônes*
- [4] ISO 3098-0, *Documentation technique de produits — Écriture — Partie 0: Prescriptions générales*
- [5] ISO 3098-2:2000, *Documentation technique de produits — Écriture — Partie 2: Alphabet latin, chiffres et signes*
- [6] ISO/TR 5460:1985, *Dessins techniques — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement — Principes et méthodes de vérification — Principes directeurs*
- [7] ISO 7083:1983, *Dessins techniques — Symboles pour tolérancement géométrique — Proportions et dimensions*
- [8] ISO/TR 14638:1995, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Schéma directeur*