GUIDE ISO GPS

Bases smart et compactes

Test de lecture

2026

SWISSMEM

Impressum

Éditeur:	ÉDITIONS SWISSMEM
Intitulé:	Guide ISO GPS Bases smart et compactes
Version:	2e édition 2026
ISBN:	978-3-03866-685-1
Direction du projet:	Joachim Pérez, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur
Auteur:	Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf
Conception et dessins:	Daniel Baur, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur
Conseil technique:	Prof. Dr.-Ing. Volker Läpple, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf www.toleranzen-beratung.de
Impression:	Printed in Switzerland
Sources:	Association suisse de normalisation (SNV)
Feedback-tool:	Pour des propositions d'amélioration, corrections ou remarques https://www.swissmem-berufsbildung.ch/feedback-tool
Commandes:	Swissmem Formation professionnelle Brühlbergstrasse 4 CH-8400 Winterthur Téléphone +41 52 260 55 55 Fax +41 52 260 55 59 vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch www.swissmem-berufsbildung.ch

Droits d'auteur Tous droits réservés. Cet ouvrage et ses différentes parties sont protégés par des droits d'auteur. Toute utilisation autre que celles prévues par la loi doit faire l'objet d'une autorisation écrite de la part de l'éditeur.

Test de lecture

Table des matières

1 Principes fondamentaux – 7

Concepts, principes et règles (ISO 8015) 7

Principe ... 8

2 Tolérancement dimensionnel – Tailles linéaires (ISO 14405-1) 15

Vue d'ensemble des caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles linéaires ... 16
Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles linéaires ... 17
Caractéristiques dimensionnelles complémentaires et modificateurs pour tailles linéaires ... 29
Opérateur de spécification de taille par défaut spécifique au dessin pour des tailles linéaires ... 38

3 Tolérancement dimensionnel – Dim. autres que les tailles linéaires ou angulaires (ISO 14405-2) 39

Dimensions autres que les tailles linéaires ... 40

4 Tolérancement dimensionnel –Tailles angulaires (ISO 14405-3) 47

Vue d'ensemble des caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles angulaires 48
Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles angulaires ... 49
Opérateur de spécification de taille angulaire par défaut spécifique au dessin ... 63

5 Références spécifiées et systèmes de références spécifiées (ISO 5459) 65

Symboles associés à la référence spécifiée ... 66

6 Tolérancement géométrique (ISO 1101) 73

Indicateurs de tolérance ... 74
Tolérances de forme ... 76
Tolérances d'orientation ... 82
Tolérances de battement ... 97
Récapitulatif des caractéristiques géométriques incluses ... 102
Composants de spécification pour la combinaison ... 103
Composants de spécification pour les zones inégales ... 105
Composants de spécification pour la contrainte ... 106
Composants de spécification pour l'élément tolérancé associé ... 107
Identificateurs d'élément tolérancé ... 109
Composants de spécification d'élément tolérancé dérivé ... 114
Indicateurs d'élément auxiliaire ... 115
Symbole de dimension théorique exacte (TED) ... 123

7 Spécification géom. de groupes d'éléments et spécification géométrique combinée (ISO 5458) 125

Spécification de groupe d'éléments ... 126

8 États de surface: Méthode du profil (ISO 21920-1, -2, -3) 129

Exigences relatives à l'état de surface ... 130
Symbole pour l'état de surface ... 130
Symbole pour la direction des stries générées par l'outil de coupe lors de l'usinage ... 133
Symbole de l'orientation de la surface ... 134
Symbole pour l'indication de la direction de profil ... 134
Indication minimale pour des paramètres sans valeurs par défaut définies ... 135
Indication complète pour les paramètres R basés sur la longueur d'évaluation ... 135
Indication complète pour les paramètres R basés sur la longueur de section ... 135
Exemple d'exigences d'état de surface ... 136

9 Spécification de transition (ISO 21204) 137

Indicateur de spécification de transition avec indications ... 138

10 Exigence du maximum de matière (ISO 2692) 147

Composants de spécification d'état matière ... 148

11 Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales (ISO 22081) 151

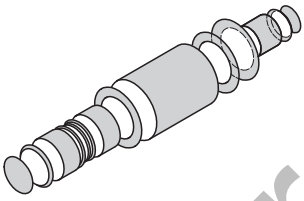
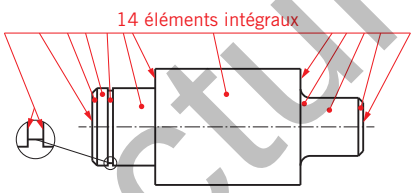
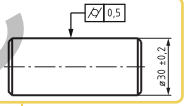
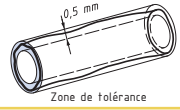
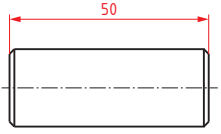
Spécifications géométriques générales ... 152
Spécifications de taille générales ... 153

12 Spécification et vérification (ISO 22432/ISO 17450-1) 155

Modèles de surface selon l'ISO 22432 ... 156
Modèles de surface selon l'ISO 17450-1 ... 157
Éléments de situation selon l'ISO 17450-1 ... 158

Test de lecture

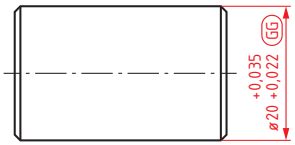
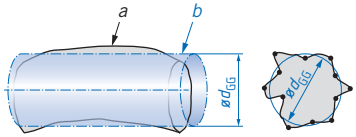
Principes fondamentaux – Concepts, principes et règles

Principe	Contenu	Exemples
Principe de l'élément	Chaque pièce est composée d'un nombre fini d'éléments (intégraux ou médians). Par défaut, toute spécification GPS qui concerne un élément ou une relation entre éléments s'applique par défaut à l'élément entier ou aux éléments, et chaque spécification ne s'applique qu'à un seul élément ou une seule relation entre éléments.	gris = éléments intégraux  
Principe d'indépendance	Chaque exigence GPS spécifiée sur un dessin, p.ex. taille, forme, orientation, position, doit être satisfaite de manière indépendante des autres spécifications, sauf lorsqu'une norme ou une indication particulière (p.ex. spécification d'un groupe d'éléments selon l'ISO 5458 ou spécification de l'exigence d'enveloppe selon l'ISO 14405-1) définissent un lien entre les exigences.	**Spécification**  **État après la fabrication («skin model»)**  **Vérification** Le procédé et/ou les moyens de mesure dépendant de la tolérance spécifiée (incertitude de mesure) Cylindricité indépendante de la taille  Taille indépendante de la cylindricité 
Principe du décimal	Les décimales non indiquées doivent être interprétées comme des zéros.	50 ≙ 50,000 … 

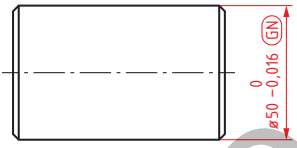
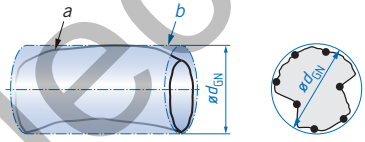
Test de lecture

Tailles linéaires

Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles linéaires

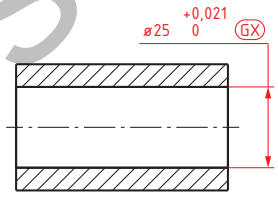
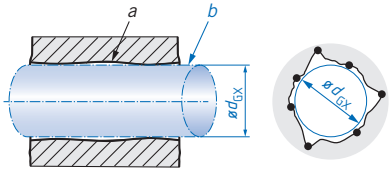
Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille des moindres carrés GG	Cylindre 	 20,022 mm ˆ ød_{GG} ˆ 20,035 mm *a* = surface intégrale extraite *b* = cylindre idéal associé fonction objectif: méthode des moindres carrés (L_2 ou Gauss) contraintes de l'association: aucune

Application possible pour la taille des moindres carrés: bonne reproductibilité («stabilité») des résultats de mesure, car les valeurs aberrantes n'ont généralement que peu d'influence sur le résultat de la mesure. C'est pourquoi la taille des moindres carrés convient entre autres au contrôle du processus de fabrication.

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille minimale circonscrite GN	Cylindre 	 49,984 mm ˇ ød_{GN} ˇ 50,0 mm *a* = surface intégrale extraite *b* = cylindre minimal circonscrit (cylindre d'enveloppe de l'alésage)

– Application possible de la taille minimale circonscrite: pour assurer une fonction d'ajustement (ajustement avec jeu, incertain ou avec serrage).
– La taille minimale circonscrite peut être appliquée à des entités dimensionnelles linéaires extérieures et intérieures.

Note: les écarts locaux ne sont pas circonscrits par la caractéristique dimensionnelle. Seule la taille linéaire de l'élément associé doit se situer à l'intérieur des limites spécifiées.

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille maximale inscrite GX	Cylindre 	 25 mm ˙ ød_{GX} ˙ 25,021 mm *a* = surface intégrale extraite *b* = cylindre maximal inscrit (cylindre d'enveloppe de l'arbre)

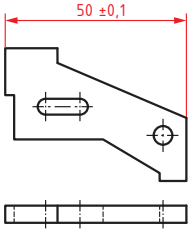
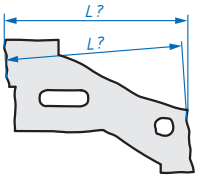
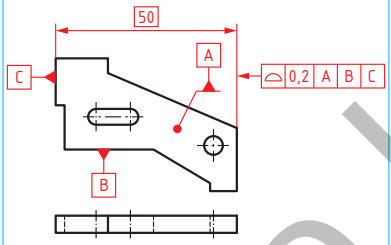
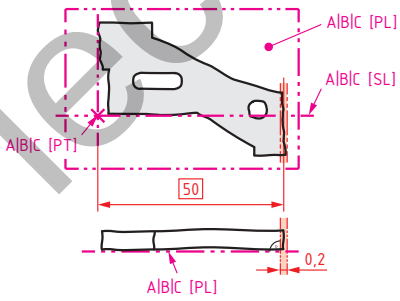
– Application possible de la taille maximale inscrite: pour assurer une fonction d'ajustement (ajustement avec jeu, incertain ou avec serrage).
– La taille maximale inscrite peut être appliquée à des entités dimensionnelles linéaires extérieures et intérieures.

Note: les écarts locaux ne sont pas circonscrits par la caractéristique dimensionnelle. Seule la taille linéaire de l'élément associé doit se situer à l'intérieur des limites spécifiées.

Test de lecture

Dimensions autres que les tailles linéaires ou angulaires

Dimensions autres que les tailles linéaires

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Distance linéaire entre deux éléments intégraux	ambigu 	 La spécification («tolérancement en ±») ne peut pas être interprétée car elle est ambiguë.
	sans ambiguïté avec tolérances géométriques 	 = zone de tolérance AIBIC [PL] = élément de situation plan du système de références spécifiées AIBIC AIBIC [SL] = élément de situation droite du système de références spécifiées AIBIC AIBIC [PT] = élément de situation point du système de références spécifiées AIBIC Pour des questions de lisibilité, les surfaces associées ne sont pas dessinées.

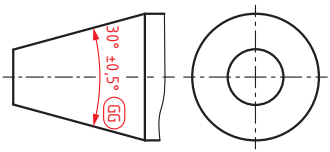
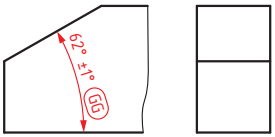
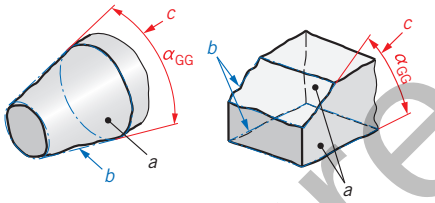
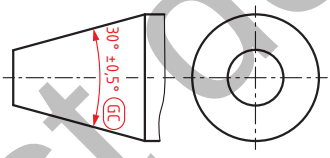
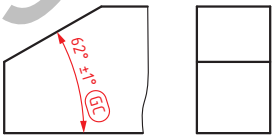
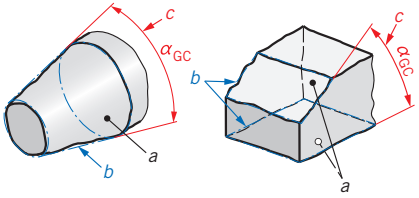
La surface tolérancée extraite doit se situer dans la zone de tolérance spécifiée (linéaire, largeur 0,2 mm). La zone de tolérance est contrainte en orientation et en position par rapport aux éléments de situation du système de références spécifiées AIBIC.

Notes

Test de lecture

Tailles angulaires

Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles angulaires

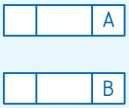
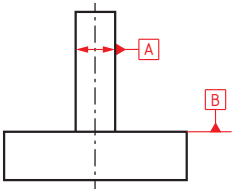
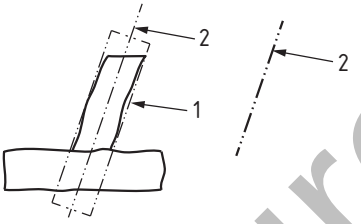
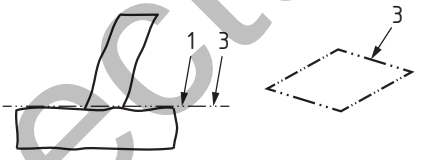
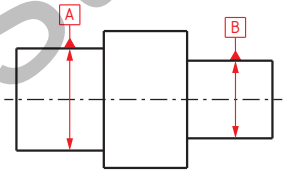
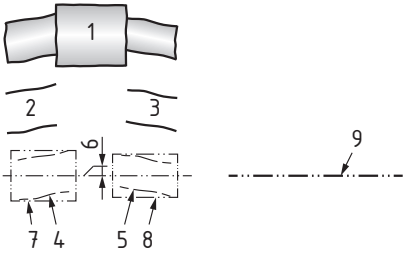
Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille angulaire globale directe avec le critère d'association des moindres carrés GG	Cône ou tronc de cône  Coin ou coin tronqué 	 La taille angulaire directe globale avec le critère d'association des moindres carrés (α_{GG}) doit se situer entre 29,5° et 30,5° (cône) ou dans toute section droite (coin) entre 61° et 63°. *a* = surface intégrale extraite *b* = cône idéal associé fonction objectif: méthode des moindres carrés (L_2 ou Gauss) sans contrainte de matière Cône: l'angle du cône est variable (n'est pas mentionné explicitement dans l'ISO 14405-3) Coin: les deux plans sont associés indépendamment l'un de l'autre *c* = caractéristique de taille angulaire spécifiée: taille angulaire directe globale avec le critère d'association des moindres carrés
Taille angulaire globale directe avec le critère d'association du minimax GC	Cône ou tronc de cône  Coin ou coin tronqué 	 La taille angulaire directe globale avec le critère d'association du minimax (α_{GC}) doit se situer entre 29,5° et 30,5° (cône) ou entre 61° et 63° (coin). *a* = surface intégrale extraite *b* = cône idéal ou plans idéals associés fonction objectif: minimax ($L\infty$) Cône: l'angle du cône est variable Coin: les deux plans sont associés indépendamment l'un de l'autre *c* = caractéristique de taille angulaire spécifiée: taille angulaire directe globale avec le critère d'association du minimax

Notes

Test de lecture

Références spécifiées et systèmes de références spécifiées

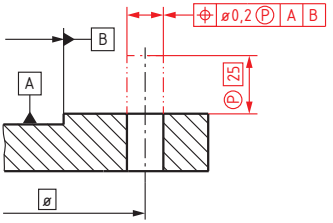
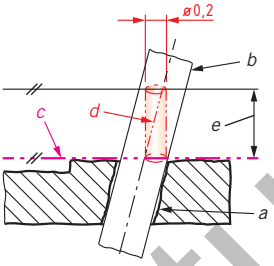
Références spécifiées simples et références spécifiées communes

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Référence spécifiée simple 		 1 = élément associé 2 = l'élément de référence spécifiée A est l'axe du cylindre associé  1 = élément associé 3 = l'élément de référence spécifiée B est le plan associé.
Référence spécifiée commune 		 1 = pièce réelle 2 = élément de référence de la collection de surfaces pour la référence spécifiée commune 3 = élément de référence de la collection de surfaces pour la référence spécifiée commune 4 = élément filtré de l'élément de référence N° 2 5 = élément filtré de l'élément de référence N° 3 6 = contrainte d'orientation et contrainte de position entre les éléments associés de l'élément de collection (coaxialité) 7 = élément associé de l'élément de référence N° 2 respectant la contrainte 6 8 = élément associé de l'élément de référence N° 3 respectant la contrainte 6 9 = références spécifiées communes (dans ce cas, l'axe de la surface de collection – les deux cylindres coaxiaux associés)

Test de lecture

Tolérancement géométrique

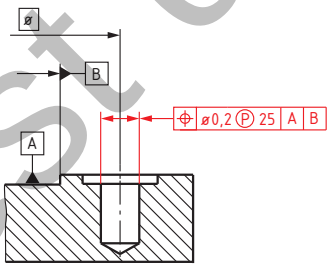
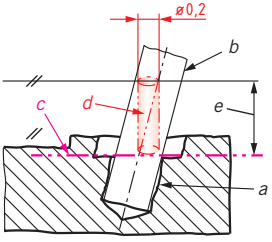
Composants de spécification d'élément tolérancé dérivé

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Zone de tolérance projetée Ⓟ		

= zone de tolérance

a = surface intégrale extraite
b = élément prolongé
c = plan de référence
d = élément tolérancé projeté
e = longueur de l'élément tolérancé projeté

Indication d'une spécification géométrique avec le modificateur de tolérance projetée au moyen d'une indication directe de la longueur de l'extension par une TED. La spécification géométrique est mesurée à partir de la surface de référence (ici 25 mm).

Zone de tolérance projetée Ⓟ		

= zone de tolérance

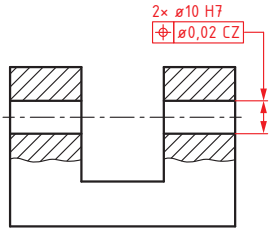
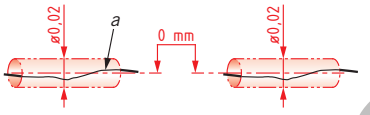
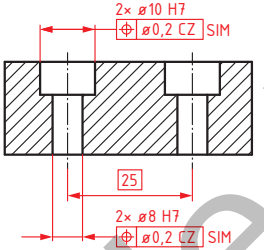
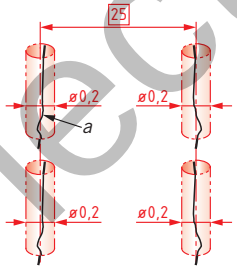
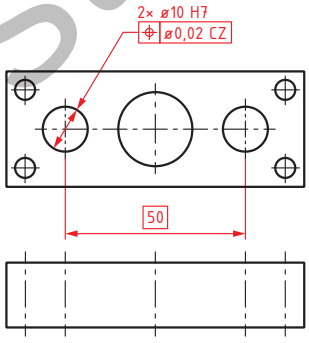
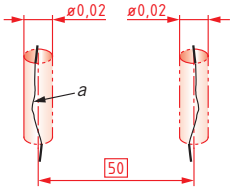
a = surface intégrale extraite
b = élément prolongé
c = plan de référence
d = élément tolérancé projeté
e = longueur de l'élément tolérancé projeté

– Indication d'une spécification géométrique avec le modificateur de tolérance projetée par rapport à un plan de référence. Le plan de référence est le premier plan d'intersection avec l'élément considéré. La spécification géométrique est mesurée à partir du plan de référence (ici 25 mm).
– Par défaut, l'origine de l'élément projeté correspond à la position du plan de référence. Sa fin correspond à l'extension de l'élément projeté depuis son origine dans la direction de l'extérieur matière.

Test de lecture

Spécification géométrique de groupes d'éléments et spécification géométrique combinée

Spécification de groupe d'éléments

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Localisation (de plusieurs lignes médianes) 		 = zones de tolérance *a* = lignes médianes extraites Il existe des contraintes d'orientation (0° ou parallélisme) et de position (0 mm ou coaxialité) entre les éléments de situation (droites) des zones de tolérance définies par la ligne de symétrie traversante indiquée.
	 Le modificateur SIM (exigence simultanée) transforme un ensemble de plusieurs spécifications géométriques en une spécification combinée (spécification de groupe d'éléments).	 = zones de tolérance *a* = lignes médianes extraites Il existe des contraintes internes d'orientation (0° ou parallélisme) et de position (0 mm ou coaxialité) ainsi qu'une distance de 25 mm entre les éléments de situation (droites) des zones de tolérance.
		 = zones de tolérance *a* = lignes médianes extraites Contrainte d'orientation implicite de 0° ou parallélisme de position explicite (50 mm).

– Par la spécification du modificateur «CZ», les zones de tolérance forment un groupe de zones de tolérance et la spécification est une spécification de groupe d'éléments d'indicateur simple.
– Sans référence spécifiée/système de références spécifiées.

Test de lecture

États de surface: Méthode du profil

Symbole pour l'état de surface

Symbole	Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Rz	**Indication minimale, p.ex. avec un paramètre Rz**	Rz 10 ø10 ±0,1 ⌖ ø0,2 A B	a b c Rz 10 *a* = symbole graphique (enlèvement de matière exigé) *b* = paramètre R: Rz (hauteur maximale) *c* = valeur limite numérique: 10 µm

Pour les paramètres avec valeurs par défaut définies (p.ex. Rz, Ra cf. ISO 21920-3), si toutes les valeurs par défaut s'appliquent, la spécification d'une indication minimale composée du symbole graphique, du symbole du paramètre et de la valeur numérique limite (p.ex. Rz 10) suffit.

Rz (Rz)	**Spécification de plusieurs éléments avec des spécifications identiques**	Rz 25 Rz 10 Rz 25 Rz 40 (Rz) ou Rz 40 (Rz 25 Rz 10)	Surface avec hauteur maximale du profil: — = 40 µm — = 25 µm — = 10 µm

Les indications collectives pour les mêmes exigences d'état de surface doivent être placées à proximité du cartouche du dessin.

Ra avant: Ra	**Spécification «tout autour»**	Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 6,3 (Ra)	selon ISO 1302 Ra 3,2 Ra 6,3 (Ra)

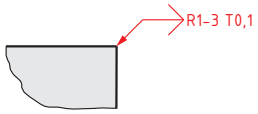
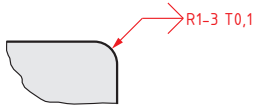
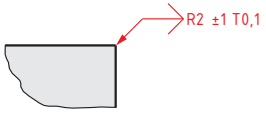
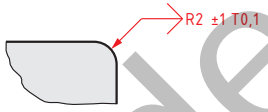
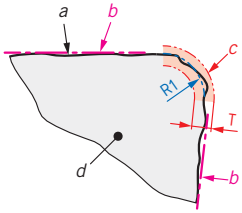
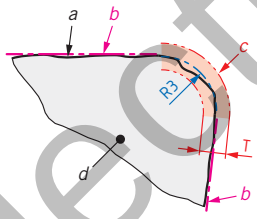
Pour éviter toute ambiguïté, le symbole graphique pour «tout autour» n'est plus défini dans la norme ISO 21920-1.

Notes

Test de lecture

Spécification de transition

Indicateur de spécification de transition avec indications

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Spécification d'un profil de rayon variable et zone de tolérance 	Simplifié (non modélisé)  Détaillé (modélisé)  ou:  	Rayon minimum:  Rayon maximum:  *a* = pièce réelle/skin model *b* = sections de référence adjacentes (norme L_2, extérieure matière) *c* = zone de tolérance *d* = côté matière T = valeur de tolérance (0,1 mm) pour la tolérance de transition

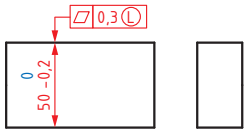
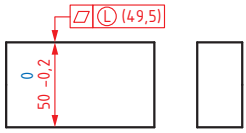
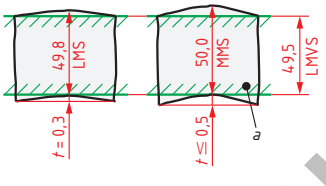
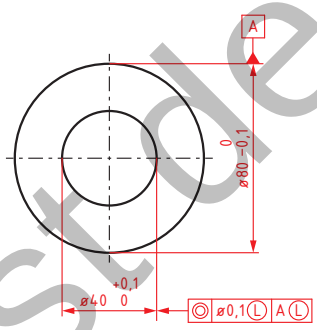
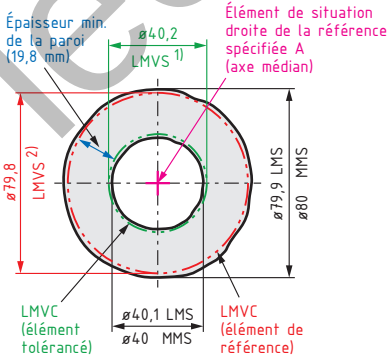
Le rayon du profil nominal dans chaque section droite peut prendre n'importe quelle valeur comprise entre 1 et 3 mm, avec une largeur de la zone de tolérance de 0,1 mm.

Notes

Test de lecture

Exigence du maximum de matière

Composants de spécification d'état matière

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Exigence du minimum de matière (LMR) Ⓛ	Sans indication directe de LMVS:  Avec indication directe de LMVS: 	 *a* = état virtuel au minimum de matière LMVC LMVS = dimension virtuelle au minimum de matière LMVS = LMS – *t* MMS = dimension au maximum de matière LMS = dimension au minimum de matière
	Épaisseur minimale de la paroi: 	 LMVC = état virtuel au minimum de matière LMVS = dimension virtuelle au minimum de matière MMS = dimension au maximum de matière LMS = dimension au minimum de matière *t* = tolérance géométrique 1) Pour les pièces intérieures (alésage): LMVS = LMS + *t* (LMVS = 40,1 + 0,1 = 40,2 mm) 2) Pour les pièces extérieures (arbre): LMVS = LMS – *t* (LMVS = 79,9 – 0,1 = 79,8 mm)

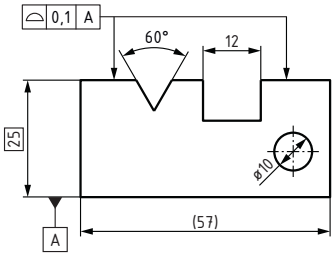
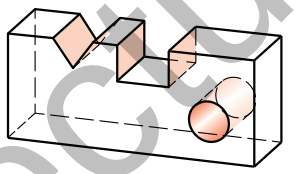
– L'exigence du minimum de matière autorise le dépassement d'une tolérance géométrique inscrite.
– Élément tolérancé:
  - L'écart maximal de la coaxialité peut être de 0,2 mm (si alésage ø40,0 (MMS)).
  - Les dimensions ø40,1 (LMS) et ø40 (MMS) doivent toujours être respectées.
  - LMVC, qui a la dimension ø40,2 (LMVS), ne doit pas être dépassé.

– Élément de référence:
  - LMVC de l'élément de référence (arbre) ne doit pas dépasser le diamètre ø79,8 (LMVS).

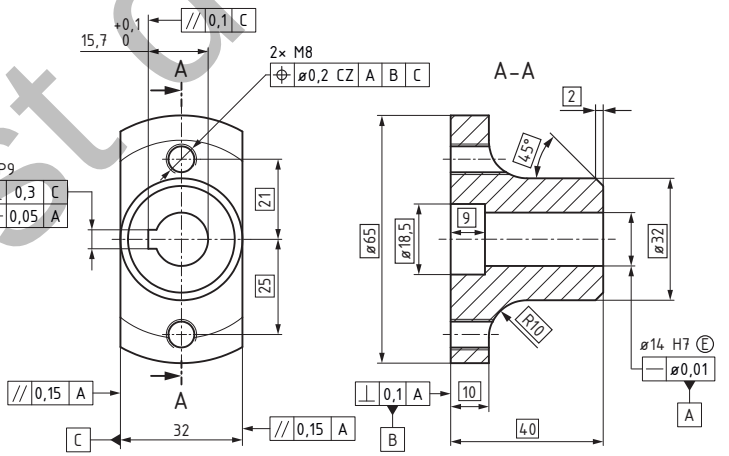
Test de lecture

Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales

Spécifications de taille générales

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
ISO 22081 (Spécifications de taille)	**Spécifications de taille générales** Les spécifications de taille générales doivent s'appliquer à chaque entité dimensionnelle qui est identifiée selon la norme par une des méthodes suivantes: – Par un attribut CAO qui définit la valeur nominale de l'entité dimensionnelle. – Par une indication de taille qui définit la valeur nominale de la taille linéaire ou angulaire qui: - n'a pas de tolérance individuelle; - n'est pas une TED; - et n'est pas une dimension auxiliaire.	
Tolérance générale pour spécifications de taille	 Tolérances générales ISO 22081 Tailles linéaires: ±0,2 (E) Tailles angulaires: ±0,5° Données de définition du produit ISO 16792 Code de classification 3 avec modèle 1234.xyz	 Les spécifications de taille générales s'appliquent uniquement aux surfaces rouges.

Les spécifications de taille générales s'appliquent uniquement aux spécifications de taille linéaire et angulaire (ISO 14405-1 et -3), elles ne s'appliquent pas aux «dimensions autres que les tailles linéaires et angulaires (ISO 14405-2)».

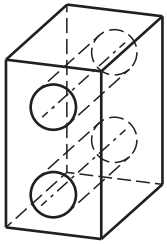
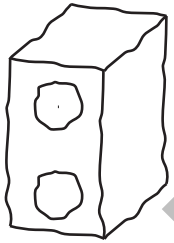
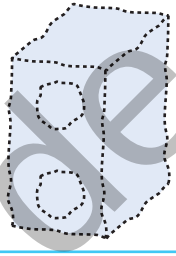
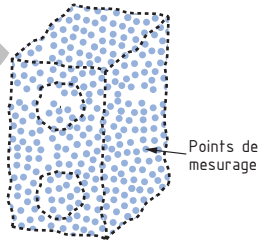
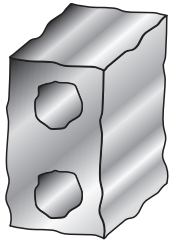
ISO 22081 (Spécification complète)	 Tolérances générales ISO 22081 0,2 A B C Tailles linéaires: classe de tolérance «m», cf. ISO 2768-1:1989	

Exemple d'une spécification géométrique et de taille générale avec référence à l'ISO 2768-1 pour les tailles linéaires.

Test de lecture

Spécification et vérification

Modèles de surface selon l'ISO 22432

Modèle de surface	Illustration	Explication
Modèle de surface nominal (modèle nominal)		Modèle de surface de géométrie idéale défini dans la documentation technique du produit. Correspond au modèle nominal du dessin sur papier ou du modèle CAO (valeurs TED uniquement).
Modèle de surface non idéale (skin model)		Modèle de surface de géométrie non idéale (modèle virtuel). Écart par rapport à la forme idéale, c.-à-d. avec les écarts dimensionnels et géométriques dus aux influences de la fabrication et aux spécifications du produit. Ce modèle permet au concepteur d'optimiser les limites admissibles des tolérances qui garantissent encore la fonction.
Modèle de surface discrétisée		Modèle de surface obtenu par extraction à partir du modèle de surface non idéale (skin model). Le modèle de surface discrétisée est utilisé pour exprimer l'opérateur de spécification et l'opérateur de vérification en considérant un nombre fini de points.
Modèle de surface échantillonnée		Modèle de surface échantillonnée obtenu par extraction physique à partir de la pièce réelle. Les points de mesurage sont relevés par des appareils de mesure. Outre les points issus de l'échantillonnage, la vérification peut impliquer une interpolation.
Surface réelle d'une pièce		Pièce réelle usinée.

Test de lecture