

GUIDE ISO GPS

Bases smart et compact



SWISSMEM

Impressum

Editeur:	ÉDITIONS SWISSMEM
Intitulé:	Guide ISO GPS Bases smart et compact
Version:	Nouvelle édition 2024 Copyright © by Editions Swissmem, Zürich et Winterthur
ISBN:	XXX-X-XXXX-XXX-X
Direction du projet:	Joachim Pérez, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur
Auteur:	Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf Prof. Dr.-Ing. Volker Läßle, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf www.toleranzen-beratung.de
Conception et dessins:	Daniel Baur, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur
Conseil technique:	Prof. Dr.-Ing. Volker Läßle, 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

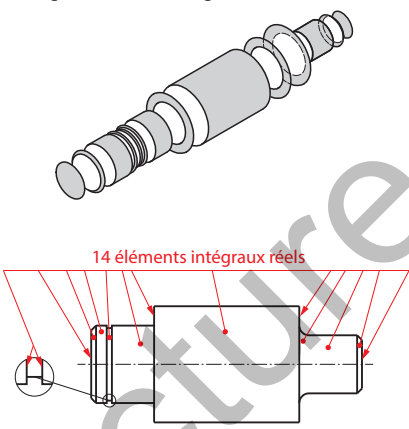
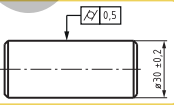
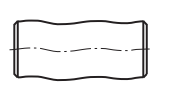
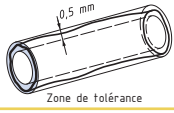

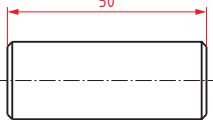
Droits d'auteur

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.

Table des matières


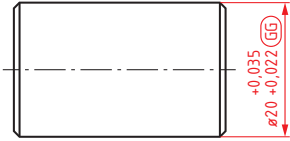
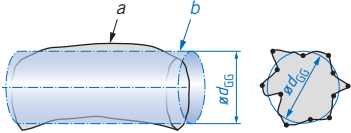
1 Principes fondamentaux – Concepts, principes et règles (ISO 8015)	7
Principe.....	8
2 Tolérancement dimensionnel – Tailles linéaires (ISO 14405-1)	15
Vue d'ensemble des caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles linéaires...	16
Caractéristiques dimensionnelles et 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	71
Indicateurs de tolérance.....	72
Tolérances de forme.....	74
Tolérances d'orientation.....	80
Tolérances de battement.....	95
Récapitulatif des caractéristiques géométriques incluses.....	100
Composants de spécification pour la combinaison.....	101
Composants de spécification pour les zones inégales.....	103
Composants de spécification pour la contrainte.....	104
Composants de spécification pour l'élément tolérancé associé.....	105
Identificateurs d'élément tolérancé.....	108
Indicateurs d'élément auxiliaire.....	112
Symbole de dimension théorique exacte (TED).....	120
7 Spécification géom. de groupes d'éléments et spécification géométrique combinée (ISO 5458)	121
Spécification de groupe d'éléments.....	122
8 États de surface: Méthode du profil (ISO 21920-1, -2, -3)	125
Exigences relatives à l'état de surface.....	126
Symbole pour l'état de surface.....	126
Symbole pour la direction des stries ou l'orientation des stries d'usinage.....	129
Symbole de l'orientation de la surface.....	130
Symbole pour l'indication de la direction de profil.....	130
Indication minimale pour des paramètres sans valeurs par défaut définies.....	131
Indication complète pour les paramètres R basés sur la longueur d'évaluation.....	131
Indication complète pour les paramètres R basés sur la longueur de section.....	131
Exemple d'exigences d'état de surface.....	132
9 Spécification de transition (ISO 21204)	133
Indicateur de spécification de transition avec indications.....	134
10 Exigence du maximum de matière (ISO 2692)	141
Composants de spécification d'état matière.....	142
11 Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales (ISO 22081)	145
Spécifications géométriques générales.....	146
Spécifications de taille générales.....	147
12 Spécification et vérification (ISO 22432/ISO 17450-1)	149
Modèles de surface selon l'ISO 22432.....	150
Modèles de surface selon l'ISO 17450-1.....	151
Éléments de situation selon l'ISO 17450-1.....	152

Principes fondamentaux – Concepts, principes et règles


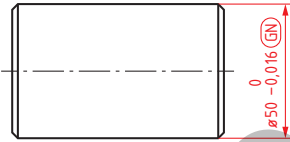
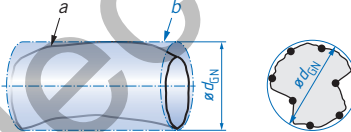
Principe	Contenu	Exemples
<p>Principe de l'élément</p>	<p>Chaque pièce est composée d'un nombre fini d'éléments (intégraux ou médians). Par défaut, toute spécification GPS qui concerne un élément ou une relation entre éléments s'applique par défaut à l'élément entier ou aux éléments, et chaque spécification ne s'applique qu'à un seul élément ou une seule relation entre éléments.</p>	<p>gris = éléments intégraux</p> 
<p>Principe d'indépendance</p>	<p>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.</p>	<p>Spécification</p>  <p>Etat après la fabrication («skin model»)</p>  <p>Vérification Le procédé et/ou les moyens de mesure dépendant de la tolérance spécifiée (incertitude de mesure)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cylindricité indépendante de la taille  Taille indépendante de la cylindricité 
<p>Principe du décimal</p>	<p>Les décimales non indiquées doivent être interprétées comme des zéros.</p>	<p>50 ± 50,000...</p> 

Tailles linéaires

Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles linéaires


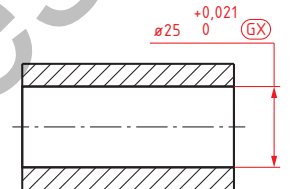
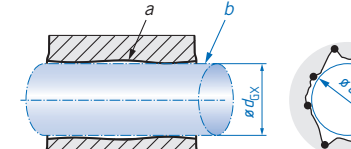
Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille des moindres carrés 	Cylindre 	 $20,022 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GG} \leq 20,035 \text{ mm}$ <i>a</i> = surface intégrale extraite <i>b</i> = cylindre idéal associé fonction objectif: méthode des moindres carrés (L_2 ou Gauss) contraintes 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.

Taille minimale circonscrite 	Cylindre 	 $49,984 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GN} \leq 50,0 \text{ mm}$ <i>a</i> = surface intégrale extraite <i>b</i> = 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.


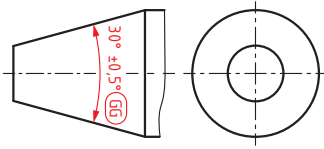
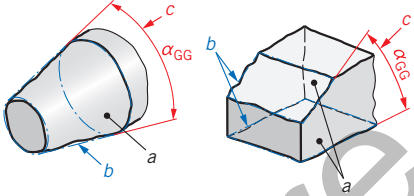
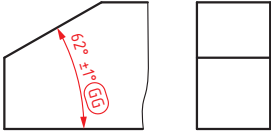

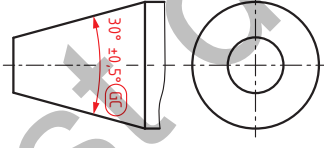
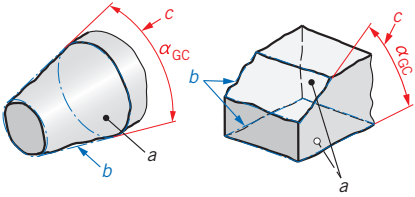
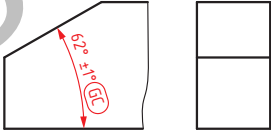
Taille maximale inscrite 	Cylindre 	 $25 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GX} \leq 25,021 \text{ mm}$ <i>a</i> = surface intégrale extraite <i>b</i> = cylindre maximal inscrit (cylindre d'enveloppe de l'arbre)
---	---	---

- 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.

Tailles angulaires


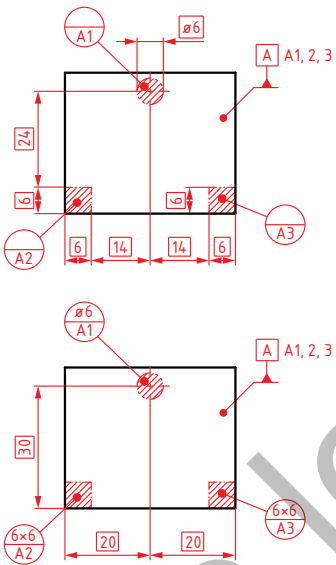

Caractéristiques dimensionnelles et modificateurs de spécification pour tailles angulaires

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Taille angulaire globale avec le critère d'association des moindres carrés 	Cône ou tronc de cône 	 <p>La taille angulaire directe globale avec le critère d'association des moindres carrés (α_{GG}) doit se situer entre 29,5° et 30,5° ou dans toute section droite (coin) entre 61° et 63°.</p> <p>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</p>
	Coin ou coin tronqué 	
Taille angulaire globale avec le critère d'association du minimax 	Cône ou tronc de cône 	 <p>La taille angulaire directe globale avec le critère d'association du minimax (α_{GC}) doit se situer entre 29,5° et 30,5° ou entre 61° et 63°.</p> <p>a = surface intégrale extraite b = cône idéal ou plans idéals associés fonction objectif: minimax (L_∞) 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</p>
	Coin ou coin tronqué 	



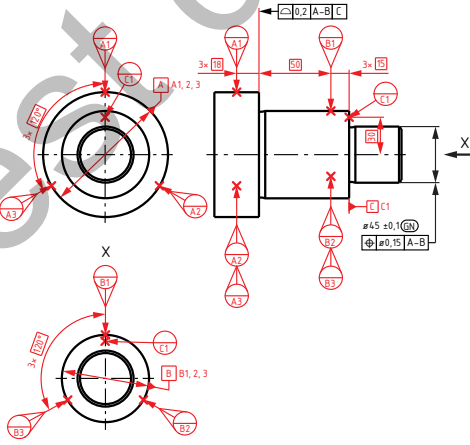


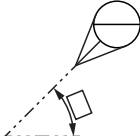
Notes

Références spécifiées et systèmes de références spécifiées

Symboles associés à la référence spécifiée

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
<p>Cadre de référence partielle avec référence partielle de type surfacique (fixe)</p> 		<p>Symbole pour une référence partielle de type zone surfacique:</p> 

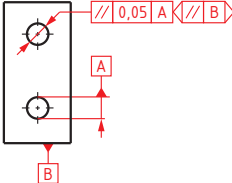
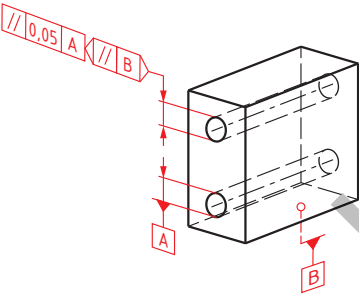

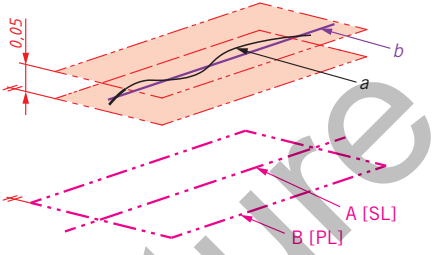

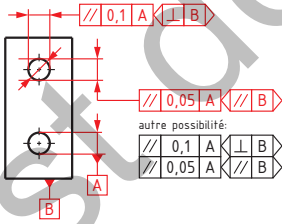
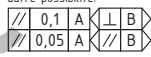
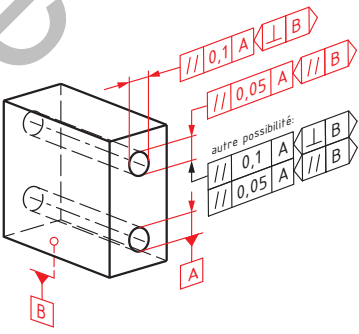

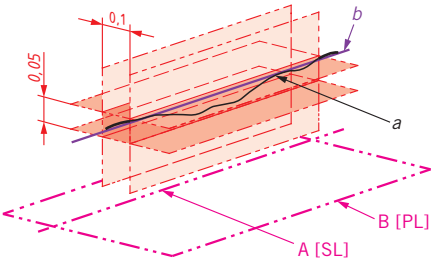

- Référence partielle de type surfacique.
- Les dimensions de la surface peuvent soit être cotées directement par des TED, soit par l'indication d'une dimension dans le cadre de référence partielle.

<p>Cadre de référence partielle avec modificateur pour référence partielle mobile</p>  <p>Modificateur:</p> 		<p>horizontal</p>  <p>vertical</p>  <p>incliné</p> 
--	--	---

- La direction du segment médian du modificateur mobile définit la direction du mouvement.
- Le modificateur mobile indique la direction du mouvement d'un élément physique pour établir les références spécifiées.
- La position de la référence partielle est indiquée par des TED.

Tolérancement géométrique

Tolérances d'orientation

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
<p>Parallélisme (ligne médiane par rapport à un plan de référence spécifiée; zone de tolérance linéaire)</p> <p>//</p>	<p>2D:</p>  <p>3D:</p>  <p> = indicateur de plan d'orientation</p>	 <p> = zone de tolérance</p> <p>A [SL] = élément de situation droite de la référence spécifiée A</p> <p>B [PL] = élément de situation plan de la référence spécifiée B</p> <p>L'élément de situation plan de la référence spécifiée B est parallèle à l'élément de situation droite de la référence spécifiée A</p> <p>a = ligne médiane extraite (ISO 17450-3)</p> <p>b = élément d'évaluation</p>
<p>Parallélisme (ligne médiane par rapport à un plan de référence spécifiée; zone de tolérance linéaire)</p> <p>//</p>	<p>2D:</p>  <p>autre possibilité: </p> <p>3D:</p>  <p> = indicateur de plan d'orientation</p>	 <p> = zone de tolérance</p> <p>A [SL] = élément de situation droite de la référence spécifiée A</p> <p>B [PL] = élément de situation plan de la référence spécifiée B</p> <p>L'élément de situation plan de la référence spécifiée B est parallèle à l'élément de situation droite de la référence spécifiée A</p> <p>a = ligne médiane extraite (ISO 17450-3)</p> <p>b = élément d'évaluation</p>

Exigence du maximum de matière

Composants de spécification d'état matière

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
Exigence du minimum de matière (LMR)	<p>Sans indication directe de LMVS:</p>	<p>$t = 0.3$</p> <p>$t = 0.5$</p> <p>a</p>
	<p>Avec indication directe de LMVS:</p>	<p>a = état virtuel au minimum de matière LMVC</p> <p>LMVS = dimension virtuelle au minimum de matière $LMVS = MMS + t$</p> <p>MMS = dimension au maximum de matière LMS = dimension au minimum de matière</p>
	<p>Epaisseur minimale de la paroi:</p>	<p>Epaisseur min. de la paroi (19,8 mm)</p> <p>Référence spécifiée A (axe médian)</p> <p>LMVS 1)</p> <p>LMVS 2)</p> <p>LMVC (élément tolérancé)</p> <p>LMVC (élément de référence)</p> <p>MMS</p> <p>LMS</p> <p>$t = 0,1$</p>

- 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 $\phi 40,0$ (MMS)).
 - Les dimensions $\phi 40,1$ (LMS) et $\phi 40$ (MMS) doivent toujours être respectées.
 - LMVC, qui a la dimension $\phi 40,2$ (LMVS), ne doit pas être dépassé.
- Élément de référence:
 - LMVC de l'élément de référence (arbre) ne doit pas dépasser le diamètre $\phi 79,8$ (LMVS).

Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales

Spécifications de taille générales

Dénomination	Spécification (exemples)	Interprétation
--------------	--------------------------	----------------

<p>ISO 22081 (Spécifications de taille)</p>	<p>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.</p>	
--	--	--

Tolérance générale pour spécifications de taille

Tolérances générales ISO 22081
 Tailles linéaires: $\pm 0,2(E)$
 Tailles angulaires: $\pm 0,5^\circ$

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)».

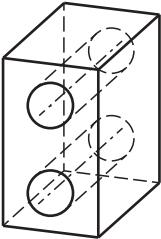


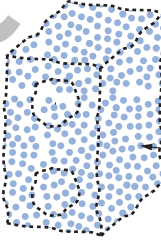

ISO 22081
(Spécification complète)

Tolérances générales ISO 22081
 $\triangle 0,2 A B C$
 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.

Spécification et vérification

Modèles de surface selon l'ISO 22432

Modèle de surface	Illustration	Explication
<p>Modèle de surface nominal (modèle nominal)</p>		<p>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).</p>
<p>Modèle de surface non idéale (skin model)</p>		<p>Modèle de surface de géométrie non idéale (modèle virtuel). Ecart 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.</p>
<p>Modèle de surface discrétisée</p>		<p>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.</p>
<p>Modèle de surface échantillonnée</p>		<p>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.</p>
<p>Surface réelle d'une pièce</p>		<p>Pièce réelle usinée.</p>