
**Cannelures cylindriques droites à
flancs en développante — Module
métrique, à centrage sur flancs —**

**Partie 3:
Vérification**

*Straight cylindrical involute splines — Metric module, side fit —
Part 3: Inspection*

iteh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 4156-3:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 4156-3:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office

Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	2
5 Conditions de référence	4
6 Éléments de qualité	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Cote circulaire.....	5
6.2.1 Cote réelle.....	5
6.2.2 Cote effective.....	5
6.3 Localisation.....	5
6.4 Forme.....	5
7 Méthodes de vérification	5
7.1 Cote circulaire.....	5
7.1.1 Méthodes générales.....	5
7.1.2 Choix de l'instrument de mesure.....	6
7.1.3 Cote réelle.....	6
7.1.4 Cote effective.....	8
7.2 Localisation.....	8
7.2.1 Généralités.....	8
7.2.2 Choix de la méthode de vérification de localisation.....	8
7.2.3 Axe effectif utilisant une pièce conjuguée.....	9
7.2.4 Axe du cylindre primitif réel.....	9
7.2.5 Calcul avec analyse de Fourier.....	9
7.2.6 Système de serrage cannelé.....	10
7.3 Forme.....	10
8 Mesures par billes ou piges	10
8.1 Généralités.....	10
8.2 Choix des billes ou des piges.....	11
8.3 Emploi et marquage des piges.....	11
8.4 Limite statistique de tolérance réelle L_{STA}	11
8.4.1 Généralités.....	11
8.4.2 Acceptation des pièces conformément à la limite statistique de tolérance réelle L_{STA}	13
8.4.3 Exemples.....	14
8.5 Calcul du diamètre des billes ou des piges (D_{Re} ou D_{Ri}).....	14
8.5.1 Cannelure externe.....	14
8.5.2 Cannelure interne.....	15
8.6 Calcul des cotes de vérification par billes ou par piges (contrôle des pièces et des calibres).....	16
8.6.1 Calcul exact.....	16
8.6.2 Facteur d'approximation.....	19
9 Mesure sur k dents — Cannelures externes (W)	22
9.1 Calcul de la cote W	22
9.2 Choix de la valeur k	22
10 Calibres	24
10.1 Généralités.....	24
10.1.1 Modalités d'emploi des calibres.....	24

10.1.2	Dimensions limites d'emploi des calibres.....	24
10.1.3	Poignées des calibres cannelés.....	24
10.1.4	Nombre de dents pour les calibres «N'ENTRE PAS» à denture à secteur.....	24
10.2	Longueur de la partie mesurante des calibres.....	25
10.2.1	Influence de la longueur cannelée utile et de la longueur en prise.....	25
10.2.2	Calibres «ENTRE» ou «N'ENTRE PAS».....	25
10.2.3	Tampons étalons.....	26
10.2.4	Calibres cannelés de diamètre primitif $D > 180$ mm.....	26
10.3	Tolérances de fabrication des calibres cannelés.....	26
10.4	Valeurs des tolérances de forme des calibres cannelés.....	29
10.5	Contrôle des calibres.....	29
10.5.1	Aspect.....	29
10.5.2	Marquage.....	29
10.5.3	Diamètre majeur des tampons et diamètre mineur des bagues.....	29
10.5.4	Diamètre de forme.....	30
10.5.5	Épaisseur des tampons.....	30
10.5.6	Intervalles entre les bagues.....	30
10.5.7	Écart de forme.....	31
10.5.8	Contrôle de l'usure des calibres.....	31
10.5.9	Certificats de contrôle.....	31
10.6	Dimensions, désignation et marquage des calibres.....	31
10.6.1	Vérification des cannelures externes.....	31
10.6.2	Vérification des cannelures internes.....	38
10.6.3	Vérification avec des calibres lisses pour cannelures internes et externes.....	41
10.6.4	Marquages de calibres.....	41
11	Mesure des écarts de forme des cannelures.....	42
11.1	Généralités.....	42
11.2	Écart total de profil F_α	42
11.3	Écart total de division F_p	42
11.4	Écart total d'hélice F_β	42
Annexe A (informative) Effets de l'excentrage et de l'écart de division tels qu'explicités dans l'ISO 4156:1981.....		43
Bibliographie.....		48

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 14, *Arbres pour machines et accessoires*. <https://standards.iteh.ai/ISO/4156-3-2021>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4156-3:2005) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- l'ISO/R 1938-1 a été supprimé de [l'Article 2](#);
- les ISO 268-1 et ISO 1328 (série) ont été déplacées de [l'Article 2](#) vers la Bibliographie;
- les symboles relatifs à la longueur et à la longueur d'arc entre deux points, conformément à l'ISO 80000-3, ont été adoptés et sont utilisés dans les formules;
- à la [Figure 9](#), les diamètres de contact des billes ou piges, les cannelures internes ont été ajoutés;
- à la [Figure 12](#), la mesure W , les indications relatives au pas de base, à l'épaisseur circulaire de base et au diamètre de base ont été corrigés;
- le [Tableau 10](#) a été révisé;
- à la [Figure 16](#), la mesure de la valeur A a été corrigée;
- la [Formule \(A.3\)](#) a été corrigée;
- au [A.3](#), les résultats des calculs B_1 et E_r ont été corrigés;
- à la [Figure A.2](#), les titres des figures et des sous-figures ont été corrigés.

ISO 4156-3:2021(F)

Une liste de toutes les parties de la série ISO 4156 se trouve sur le site internet de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

iTeh Standards (<https://standards.itih.ai>) Document Preview

[ISO 4156-3:2021](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021>

Introduction

L'ISO 4156 (série) fournit les données et indications nécessaires à la conception, à la fabrication et à la vérification des cannelures cylindriques droites (non hélicoïdales) à flancs en développante et centrage sur flancs.

Les cannelures cylindriques droites à flancs en développante fabriquées conformément à l'ISO 4156 (série) sont utilisées pour le jeu, le coulissement et le serrage des arbres et des moyeux. Elles disposent de toutes les caractéristiques nécessaires à l'assemblage, la transmission du couple et à une production économique.

Les angles de pression nominaux sont 30° , $37,5^\circ$ et 45° . Pour les besoins du traitement électronique des données, la valeur $37^\circ 30'$ a été remplacée par $37,5^\circ$. L'ISO 4156 (série) fixe des spécifications basées sur les modules suivants:

— pour des angles de pression de 30° et $37,5^\circ$ les incréments de module sont:

0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10

— pour un angle de pression de 45° les incréments de module sont:

0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 4156-3:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e3fb7aad-dec1-4a0d-be59-850ea3db09ad/iso-4156-3-2021>

Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs —

Partie 3: Vérification

1 Domaine d'application

Le présent document fournit les données, les indications et les exigences nécessaires à la vérification des cannelures cylindriques droites (non hélicoïdales) à flancs en développante et centrage sur flancs.

Les cotes limites, les tolérances, les écarts de fabrication et leurs effets sur l'ajustement entre des éléments d'accouplement coaxiaux d'une cannelure sont définis et donnés dans des tableaux. Les dimensions linéaires sont exprimées en millimètres et celles des angles en degrés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 3, *Nombres normaux — Séries de nombres normaux*

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

ISO 1938-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesure dimensionnel — Partie 1: Calibres lisses à limite de taille linéaire*

ISO 4156-1, *Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs — Partie 1: Généralités*

ISO 4156-2, *Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs — Partie 2: Dimensions*

ISO 5459, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Références spécifiées et systèmes de références spécifiées*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 4156-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

4 Symboles et termes abrégés

NOTE Certains des symboles utilisés peuvent avoir deux significations. Les symboles H, Z, Y et W sont communs aux tolérances des calibres dans d'autres normes ISO et peuvent être associés à des symboles similaires utilisés dans le présent document. Il n'a par conséquent pas été jugé nécessaire de les différencier dans la mesure où le contexte du présent document ne révèle aucune ambiguïté.

$a_{\text{autorisée}}$	Valeur maximale autorisée au-delà de la limite de tolérance réelle	μm
D	Diamètre primitif	mm
D_{b}	Diamètre de base	mm
D_{ee}	Diamètre majeur, cannelure externe	mm
$D_{\text{ee max}}$	Diamètre majeur maximal, cannelure externe	mm
$D_{\text{ee min}}$	Diamètre majeur minimal, cannelure externe	mm
$D_{\text{Fe max}}$	Diamètre de forme maximal, cannelure externe	mm
$D_{\text{Fi min}}$	Diamètre de forme minimal, cannelure interne	mm
D_{ii}	Diamètre mineur, cannelure interne	mm
$D_{\text{ii min}}$	Diamètre mineur minimal, cannelure interne	mm
D_{Re}	Diamètre de la bille ou de la pige de mesure pour cannelure externe	mm
D_{Ri}	Diamètre de la bille ou de la pige de mesure pour cannelure interne	mm
d_{ce}	Diamètre au point de contact des billes ou piges de mesure, cannelure externe	mm
d_{ci}	Diamètre au point de contact des billes ou piges de mesure, cannelure interne	mm
E	Intervalle théorique, circulaire	mm
E_{max}	Intervalle réel maximal	mm
E_{min}	Intervalle réel minimal	mm
E_{r}	Excentrage radial	mm
E_{v}	Intervalle effectif, circulaire	mm
$E_{\text{v max}}$	Intervalle effectif maximal	mm
$E_{\text{v min}}$	Intervalle effectif minimal	mm
F_{p}	Écart total de division	μm
F_{α}	Écart total du profil	μm
F_{β}	Écart total d'hélice	μm
i	Entier définissant la dent à l'étude et dont la valeur est 0, 1, 2, ..., z-1 (conformément à l' Annexe A)	—
$\text{inv } \alpha$	Involute de l'angle α ($=\tan \alpha - \pi \cdot \alpha / 180^\circ$)	—
K_{e}	Facteur d'approximation pour cannelure externe	—

K_i	Facteur d'approximation pour cannelure interne	—
k	Nombre de dents mesurées	—
L_{STA}	Limite de tolérance statistique réelle	μm , %
$L_{STA \text{ absolue}}$	Limite de tolérance statistique réelle absolue	μm , %
$L_{STA \text{ relative}}$	Limite de tolérance statistique réelle relative	%
l_{BA}	Longueur entre deux points (par exemple, entre le point B et le point A)	mm
M_{Re}	Mesure sur deux billes ou piges, cannelure externe	mm
M_{Ri}	Mesure entre deux billes ou piges, cannelure interne	mm
m	Module	mm
$n_{\text{autorisée}}$	Nombre maximal autorisé de valeurs mesurées hors de la limite de tolérance	—
p_b	Pas de base	mm
S	Épaisseur théorique, circulaire	mm
S_{max}	Épaisseur réelle maximale	mm
S_{min}	Épaisseur réelle minimale	mm
S_b	Épaisseur circulaire de base	mm
$S_{v \text{ max}}$	Épaisseur effective maximale	mm
$S_{v \text{ min}}$	Épaisseur effective minimale	mm
s_{DE}	Longueur d'arc entre deux points (par exemple, entre le point D et le point E)	mm
T	Tolérance d'usinage	μm
T_v	Tolérance sur jeu effectif	μm
W	Mesure sur k dents, cannelure externe	mm
z	Nombre de dents	—
α	Angle de pression	$^\circ$
α_{ce}	Angle de pression aux points de contact des billes ou piges, cannelure externe	$^\circ$
α_{ci}	Angle de pression aux points de contact des billes ou piges de mesure, cannelure interne	$^\circ$
α_D	Angle de pression normalisé au diamètre primitif	$^\circ$
α_e	Angle de pression au diamètre passant par le centre de la bille ou pige, cannelure externe	$^\circ$
α_i	Angle de pression au diamètre passant par le centre de la bille ou pige de mesure, cannelure interne	$^\circ$
$\Delta_{\text{sécurité}}$	Valeur de la recommandation de sécurité	mm

λ	Écart global de forme	μm
τ	Pas angulaire	°
ψ	Angle de phase	°

5 Conditions de référence

La température normale de référence des mesures industrielles de longueur est fixée à 20 °C. C'est à cette température que sont définies les dimensions spécifiées pour les pièces et leurs calibres et que doit normalement en être effectuée la vérification.

Si la mesure est effectuée à une autre température, le résultat doit être corrigé en fonction des coefficients de dilatation respectifs des pièces et des calibres.

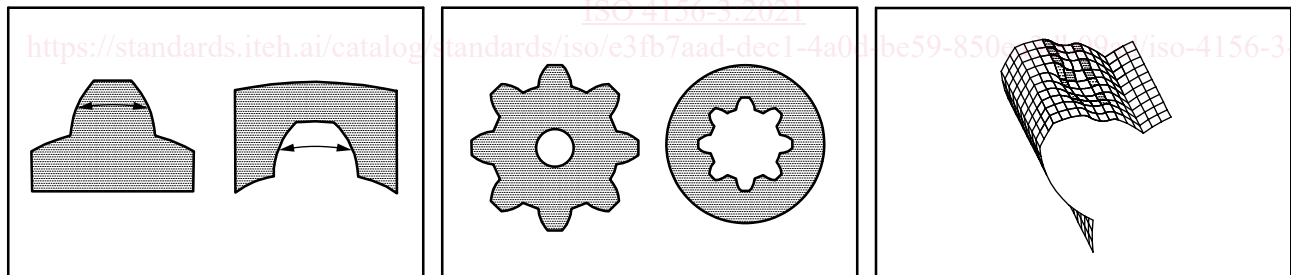
Sauf spécification contraire, toutes les opérations de mesure doivent être effectuées à une force de mesure nulle.

Si la mesure est effectuée avec une force de mesure non nulle, le résultat doit être corrigé en conséquence. Cette correction n'est toutefois pas nécessaire pour les mesures comparatives, effectuées par les mêmes moyens de comparaison et avec la même force de mesure, entre des éléments semblables de même matière et de même état de surface.

6 Éléments de qualité

6.1 Généralités

La vérification des cannelures est divisée en trois éléments de qualité, tels que représentés à la [Figure 1](#). Pour spécifier l'emplacement, l'ISO 1101 et l'ISO 5459 doivent être utilisées. Pour la forme et la cote circulaire, l'ISO 4156-1 et l'ISO 4156-2 s'appliquent.



a) Cote circulaire

b) Localisation

c) Forme

NOTE 1 La cote circulaire peut être un élément de qualité (réelle, effective).

NOTE 2 La localisation peut être un élément de qualité (faux-rond, coaxialité, perpendicularité).

NOTE 3 La forme peut être un élément de qualité (profil, hélice, division).

Figure 1 — Éléments de qualité

6.2 Cote circulaire

6.2.1 Cote réelle

La cote réelle est

- a) l'épaisseur circulaire au diamètre primitif pour les cannelures externes
- b) l'intervalle circulaire au diamètre primitif pour les cannelures internes.

6.2.2 Cote effective

L'épaisseur ou l'intervalle effectif est la condition au maximum de matière résultant de la cote réelle et du cumul des écarts de forme.

6.3 Localisation

La localisation d'une cannelure est déterminée par la localisation de l'axe central par rapport à n'importe quel autre élément géométrique. L'axe central est déterminé par des méthodes de vérification du réel ou de l'effectif.

6.4 Forme

Les écarts de forme d'une cannelure sont déterminés par l'écart par rapport à la forme géométrique vraie de profil, d'hélice et de division.

7 Méthodes de vérification

7.1 Cote circulaire

7.1.1 Méthodes générales

Trois méthodes de vérification sont prévues dans le [Tableau 1](#). Sauf spécification contraire, la méthode standard doit être utilisée. Si les méthodes variantes A ou B sont exigées, cela doit être stipulé dans le tableau des données de pièces. Pour le résultat des méthodes générales, voir le [Tableau 2](#).

Tableau 1 — Relation entre paramètres et méthode de contrôle

Paramètre	Minimum de matière	Jeu effectif minimal	Jeu effectif maximal
	S_{\min}/E_{\max}	$S_{v \max}/E_{v \min}$	$S_{v \min}/E_{v \max}$
Méthode standard	X	X	—
Méthode A	X	X	X
Méthode B	—	X	X

Tableau 2 — Résultat des méthodes générales

Méthode de vérification	Jeu théorique maximal entre pièces conjuguées (écart de forme nulle)	Écart de forme maximal dans chaque pièce (jeu nul)
Standard	$2(T + \lambda)$	$T + \lambda$
Variante A	$2T_v$	$T + \lambda$
Variante B	$2T_v$	Non déterminée

NOTE Le jeu théorique maximal entre pièces conjuguées correspond dans ce tableau aux pièces à l'état neuf. L'usure augmente le jeu.

7.1.2 Choix de l'instrument de mesure

L'instrument de mesure doit être choisi conformément aux exigences de calcul (voir l'ISO 4156-1). Voir le [Tableau 3](#) et la [Figure 2](#).

7.1.3 Cote réelle

7.1.3.1 Mesure sur et entre billes

La mesure sur et entre billes permet le calcul de l'épaisseur ou de l'intervalle circulaire théorique réel au diamètre primitif fondé sur l'épaisseur ou l'intervalle réel au point de contact des billes dans un plan perpendiculaire. La cote mesurée sur et entre billes correspond à une cote vraie en 2 creux donnés dans un plan donné.

7.1.3.2 Mesure sur et entre piges

La mesure sur et entre piges permet le calcul de l'épaisseur ou de l'intervalle circulaire théorique réel au diamètre primitif fondé sur l'épaisseur ou l'intervalle réel au point de contact linéaire des piges.

Tableau 3 — Instruments de mesure de vérification des cotes, méthodes et priorités

Priorité	Paramètre			
	S_{min}/E_{max}	$S_{v\ max}/E_{v\ min}$	$S_{v\ min}/E_{v\ max}$	S_{max}/E_{min}
	Méthode			
Priorité la plus forte	Mesure sur et entre billes	Calibre «ENTRE» à denture complète	Calibre «N'ENTRE PAS» à denture complète	Mesure sur et entre billes
Priorités les plus faibles ↓	Mesure sur et entre piges Calibre «N'ENTRE PAS» à denture à secteur Calibre à denture à secteur variable Cote sur k dents	Calibre à denture complète variable Calculs analytiques sur la base des cotes et écarts de forme	Calibre à denture complète variable	Mesure sur et entre piges Calibre à denture à secteur variable