

---

---

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

**Partie 3:  
Vérification**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Straight cylindrical involute splines — Metric module, side fit —*

**(standards.iteh.ai)**  
*Part 3: Inspection*

ISO 4156-3:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 4156-3:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005>

© ISO 2005

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Symboles et termes abrégés</b> .....	2
5 <b>Température de référence</b> .....	3
6 <b>Éléments de qualité</b> .....	4
6.1 <b>Généralités</b> .....	4
6.2 <b>Cote circulaire</b> .....	4
6.3 <b>Localisation</b> .....	4
6.4 <b>Forme</b> .....	4
7 <b>Méthodes de vérification</b> .....	5
7.1 <b>Cote circulaire</b> .....	5
7.2 <b>Localisation</b> .....	7
7.3 <b>Forme</b> .....	10
8 <b>Mesures par billes ou piges</b> .....	10
8.1 <b>Généralités</b> .....	10
8.2 <b>Choix des billes ou des piges</b> .....	10
8.3 <b>Emploi et marquage des piges</b> .....	11
8.4 <b>Limite statique de tolérance réelle (STA)</b> .....	11
8.5 <b>Calcul du diamètre des billes ou des piges (<math>D_{Re}</math> ou <math>D_{Ri}</math>)</b> .....	13
8.6 <b>Calcul des cotes de vérification par billes ou par piges (contrôle des pièces et des calibres)</b> .....	15
9 <b>Mesure sur <math>k</math> dents — Cannelures externes (<math>W</math>)</b> .....	20
9.1 <b>Calcul de la cote <math>W</math></b> .....	20
9.2 <b>Choix de la valeur <math>k</math></b> .....	21
10 <b>Calibres</b> .....	22
10.1 <b>Généralités</b> .....	22
10.2 <b>Longueur de la partie mesurante des calibres</b> .....	23
10.3 <b>Tolérances de fabrication des calibres cannelés (voir Tableaux 8, 9 et 10)</b> .....	25
10.4 <b>Valeurs des tolérances de forme des calibres cannelés</b> .....	28
10.5 <b>Contrôle des calibres</b> .....	28
10.6 <b>Dimensions, désignation et marquage des calibres</b> .....	30
11 <b>Mesure des écarts de forme des cannelures</b> .....	40
11.1 <b>Généralités</b> .....	40
11.2 <b>Écart total de profil <math>F_\alpha</math></b> .....	41
11.3 <b>Écart total de division <math>F_p</math></b> .....	41
11.4 <b>Écart total d'hélice <math>F_\beta</math></b> .....	41
<b>Annexe A (informative) Effets de l'excentrage et de l'écart de division tels qu'explicités dans l'ISO 4156:1981</b> .....	42

## 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 4156-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 14, *Arbres pour machines et accessoires*.

Cette première édition de l'ISO 4156-3, avec l'ISO 4156-1 et l'ISO 4156-2, annule et remplace l'ISO 4156:1981 et l'ISO 4156:1981/Amd.1:1992, dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 4156 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs*:

- *Partie 1: Généralités*
- *Partie 2: Dimensions*
- *Partie 3: Vérification*

## Introduction

L'ISO 4156 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 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° et 45°. Pour les besoins du traitement électronique des données, la valeur 37°30' a été remplacée par 37,5°. L'ISO 4156 fixe des spécifications basées sur les modules suivants:

— pour des angles de pression de 30° et 37,5:

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:

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

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 4156-3:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4156-3:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-cf789e9909c8/iso-4156-3-2005>

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

## Partie 3: Vérification

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4156 fournit les données et les indications 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.

iTeh STANDARD PREVIEW

### 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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 3, *Nombres normaux — Séries de nombres normaux*

ISO 286-1, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 1: Base des tolérances, écarts et ajustements*

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

ISO 1328-1, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 1: Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs homologues de la denture*

ISO 1328-2, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 2: Définitions et valeurs admissibles des écarts composés radiaux et information sur le faux-rond*

ISO/R 1938-1, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 1: Vérification des pièces lisses*

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

### 3 Termes et définitions

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

### 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 la présente partie de l'ISO 4156. 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.

$D$	Diamètre primitif	mm
$D_{Fe\ max}$	Diamètre de forme maximal, cannelure externe	mm
$D_{Fi\ min}$	Diamètre de forme 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
$D_b$	Diamètre de base	mm
$D_{ee}$	Diamètre majeur, cannelure externe	mm
$D_{ee\ max}$	Diamètre majeur maximal, cannelure externe	mm
$D_{ee\ min}$	Diamètre majeur minimal, cannelure externe	mm
$D_{ii}$	Diamètre mineur, cannelure interne	mm
$D_{ii\ min}$	Diamètre mineur minimal, cannelure interne	mm
$E$	Intervalle circulaire théorique	mm
$E_{max}$	Intervalle circulaire réel maximal	mm
$E_{min}$	Intervalle circulaire réel minimal	mm
$E_r$	Excentrage radial	mm
$E_v$	Intervalle circulaire effectif	mm
$E_{v\ max}$	Intervalle effectif maximal	mm
$E_{v\ min}$	Intervalle effectif minimal	mm
$F_p$	Écart total de division	$\mu\text{m}$
$F_\alpha$	Écart total de profil	$\mu\text{m}$
$F_\beta$	Écart total d'hélice	$\mu\text{m}$
$K_e$	Facteur d'approximation pour cannelure externe	—
$K_i$	Facteur d'approximation pour cannelure interne	—
$M_{Re}$	Mesure sur deux billes ou piges de mesure, cannelure externe	mm
$M_{Ri}$	Mesure entre deux billes ou piges de mesure, cannelure interne	mm
$S$	Épaisseur circulaire théorique	mm
$S_{max}$	Épaisseur circulaire réelle maximale	mm
$S_{min}$	Épaisseur circulaire réelle minimale	mm
$S_b$	Épaisseur circulaire de base	mm
$S_{v\ max}$	Épaisseur effective maximale	mm
$S_{v\ min}$	Épaisseur effective minimale	mm

STA	Limite statistique de tolérance réelle	µm, %
STA <sub>absolue</sub>	Limite statistique de tolérance réelle absolue	µm, %
STA <sub>relative</sub>	Limite statistique de tolérance réelle relative	%
<i>T</i>	Tolérance d'usinage	µm
<i>T<sub>v</sub></i>	Tolérance sur jeu effectif	µm
<i>W</i>	Mesure sur <i>k</i> dents, cannelure externe	mm
<i>a</i> <sub>autorisée</sub>	Valeur maximale autorisée au-delà de la limite de tolérance réelle	µm
<i>d</i> <sub>ce</sub>	Diamètre au point de contact des billes ou piges de mesure, cannelure externe	mm
<i>d</i> <sub>ci</sub>	Diamètre au point de contact des billes ou piges de mesure, cannelure interne	mm
<i>i</i>	Entier	
inv <i>α</i>	Involute $\alpha (= \tan \alpha - \pi \times \alpha / 180^\circ)$	—
<i>k</i>	Nombre de dents mesurées	—
<i>m</i>	Module	mm
<i>n</i> <sub>autorisé</sub>	Nombre maximal autorisé de valeurs mesurées hors de la limite de tolérance	—
<i>p</i> <sub>b</sub>	pas de base	mm
<i>z</i>	Nombre de dents	—
<i>α</i>	angle de pression	°
<i>α</i> <sub>ce</sub>	Angle de pression aux points de contact des billes ou piges de mesure, cannelure externe	°
<i>α</i> <sub>D</sub>	Angle de pression normalisé au diamètre primitif	°
<i>α</i> <sub>e</sub>	Angle de pression au diamètre passant par les centres des billes ou piges de mesure, cannelure externe	°
<i>α</i> <sub>i</sub>	Angle de pression au diamètre passant par les centres des billes ou piges de mesure, cannelure interne	°
<i>ψ</i>	Angle de phase	°
<i>τ</i>	Pas angulaire	°
<i>λ</i>	Écart global de forme	µm

## 5 Température 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 prescrites pour les pièces et leurs calibres et que doit normalement en être effectué 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.

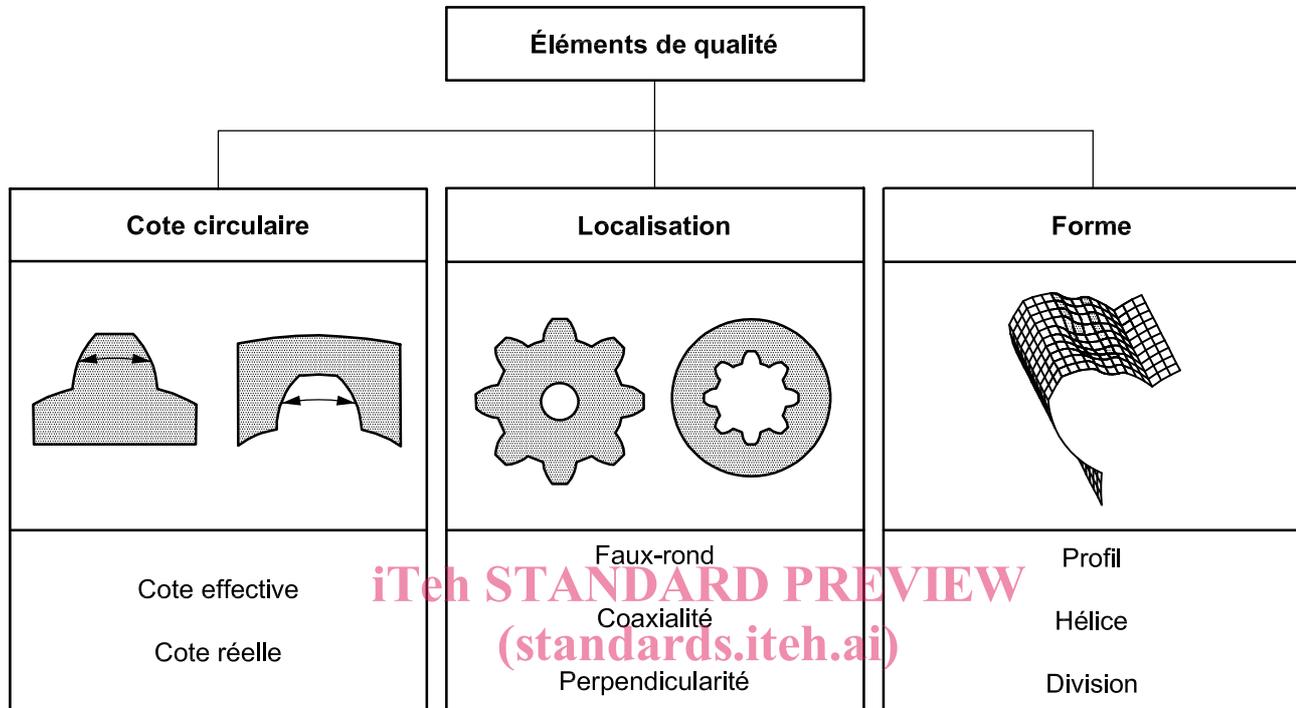
Sauf prescription contraire, toutes les opérations de mesure doivent être effectuées à une force de mesure nulle.

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.



ISO 4156-3:2005  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc9b0fb1-a057-437c-a6b1-0f789e2009c8/iso-4156-3-2005>  
**Figure 1 — Éléments de qualité**

### 6.2 Cote circulaire

#### 6.2.1 Cote réelle

La cote réelle est

- l'épaisseur circulaire au diamètre primitif pour les cannelures externes;
- 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. On trouve l'axe central 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 requises, 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

	Minimum de matière	Jeu effectif minimal	Jeu effectif maximal
Paramètre	$S_{\min}/E_{\max}$	$S_{v \max}/E_{v \min}$	$S_{v \min}/E_{v \max}$
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 également le Tableau 3 et la Figure 2.

#### 7.1.3 Cote réelle

##### 7.1.3.1 Mesure sur et entre billes

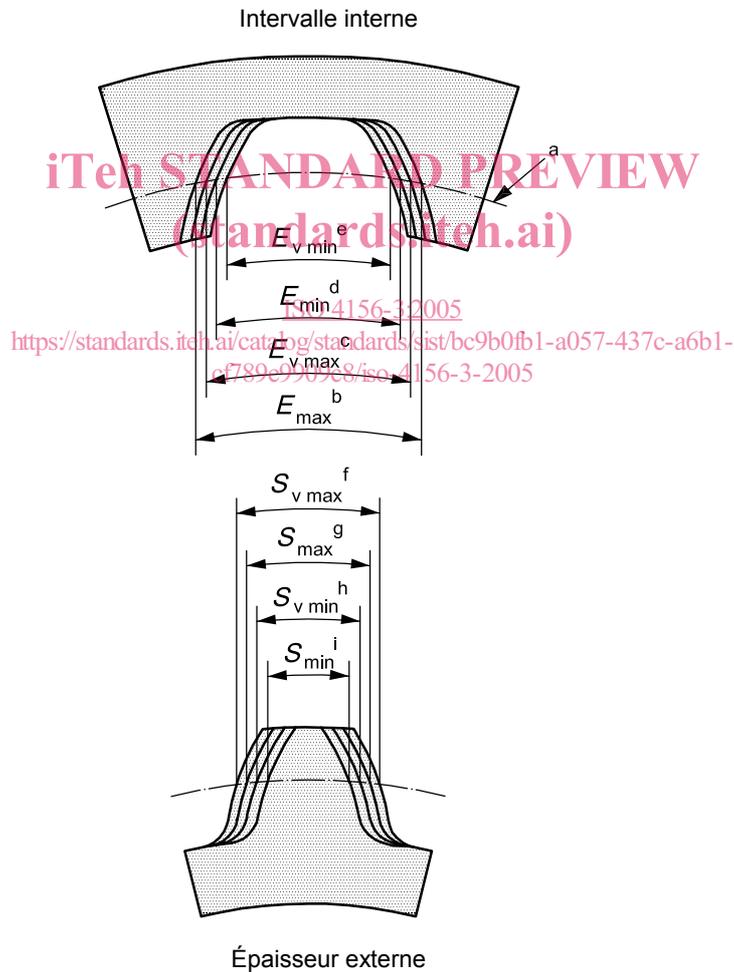
La mesure sur et entre billes permet le calcul de l'épaisseur ou de l'intervalle circulaire théorique réel au diamètre primitif fondé sur l'épaisseur ou l'intervalle réel au point de contact des billes dans un plan perpendiculaire. La cote mesurée sur et entre billes correspond à une cote vraie en deux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



- a Cercle primitif.
- b Tampon «N'ENTRE PAS» à denture à secteur ou mesure max. entre billes ou piges.
- c Tampon «N'ENTRE PAS» à denture complète.
- d Mesure min. entre billes ou piges aux.
- e Tampon «ENTRE» à denture complète.
- f Bague «ENTRE» à denture complète.
- g Mesure max. sur billes ou piges aux.
- h Bague «N'ENTRE PAS» à denture complète.
- i Bague «N'ENTRE PAS» à denture à secteur ou mesure min. sur billes ou piges.

Figure 2 — Intervalles et épaisseurs

### 7.1.3.3 Calibre «N'ENTRE PAS» à denture à secteur

Le calibre «N'ENTRE PAS» à denture à secteur vérifie la limite de tolérance réelle spécifiée de l'épaisseur ou de l'intervalle circulaire à la condition au minimum de matière de la pièce, lorsque le calibre n'est en contact qu'avec les extrémités.

### 7.1.3.4 Cote sur $k$ dents

La mesure de cette cote facilite le calcul de l'épaisseur circulaire réelle théorique des cannelures externes au diamètre primitif fondé sur la mesure d'une série de dents. Avant d'utiliser cette méthode, il convient d'en vérifier le caractère approprié.

### 7.1.3.5 Calibre à denture à secteur variable

Le calibre à denture à secteur variable mesure l'épaisseur ou l'intervalle circulaire réel. La mesure réelle est obtenue en bloquant radialement les flancs gauche et droit et en comparant à un étalon d'épaisseur ou d'intervalle connu(e).

## 7.1.4 Cote effective

### 7.1.4.1 Calibre «ENTRE» à denture complète

Les calibres «ENTRE» à denture complète vérifient

- que les limites effectives spécifiées de l'épaisseur ou de l'intervalle ne sont pas dépassées à la condition au maximum de matière de la pièce;
- le diamètre de forme spécifié de la pièce, assurant ainsi le respect des tolérances prescrites sur toute la longueur de la développante;
- la longueur en prise spécifiée, assurant ainsi le respect de la limite au maximum de matière de la cannelure.

### 7.1.4.2 Calibre à denture complète variable

Le calibre à denture complète variable mesure l'épaisseur ou l'intervalle circulaire effectif. La mesure réelle est obtenue en bloquant radialement les flancs gauche et droit et en comparant à un étalon d'épaisseur ou d'intervalle connu(e).

### 7.1.4.3 Calibre «N'ENTRE PAS» à denture complète

Le calibre «N'ENTRE PAS» à denture complète vérifie la limite effective spécifiée de l'épaisseur minimale ou de l'intervalle maximal, lorsque le calibre n'est en contact qu'avec les extrémités.

### 7.1.4.4 Vérification du diamètre au sommet des dents ( $D_{ij}$ ou $D_{ee}$ )

Toutes ces méthodes de vérification nécessitent de mesurer le sommet des dents (diamètre mineur interne,  $D_{ij}$ , ou diamètre majeur externe,  $D_{ee}$ ) par calibres lisses «ENTRE» et «N'ENTRE PAS» (tampon ou bague) ou autres dispositifs de mesure admis.

## 7.2 Localisation

### 7.2.1 Généralités

Les cannelures ont des dimensions vraies réelles et effectives d'intervalle et d'épaisseur et elles disposent également d'un axe réel et d'un axe effectif.

Les tolérances relatives aux localisations (c'est-à-dire les tolérances sur faux-rond, faux-rond total, concentricité ou coaxialité) doivent être spécifiées sur le dessin du composant. Quand les cannelures sont utilisées en tant qu'axe de référence, les autres géométries sont tolérancées par rapport à l'axe de la cannelure. Les écarts de forme propres engendrent des difficultés de reproductibilité et de répétabilité du profil de cannelure si les écarts de forme et les écarts de cylindricité sont nombreux.

**7.2.2 Choix de la méthode de vérification de localisation**

Le choix de la méthode de vérification de localisation est donné dans le Tableau 4.

**Tableau 4 — Méthodes de vérification de localisation et priorités**

Priorité	Méthode
Priorité la plus forte	Axe effectif utilisant une pièce conjuguée parfaitement ajustée sans écart de forme
Priorités les plus faibles ↓	Axe du cylindre primitif réel  Calcul avec analyse de Fourier  Systèmes de serrage cannelés

**7.2.3 Axe effectif utilisant une pièce conjuguée**

La localisation de l'axe effectif de la cannelure est définie par l'axe d'une cannelure (sans écart de forme) conjuguée parfaitement ajustée sans jeu ni serrage. Dans la mesure où cela présente des difficultés de réalisation dans la pratique, il est admis d'utiliser des systèmes de serrage cannelés ainsi que des méthodes de calcul mathématique utilisant des écarts de forme individuels calculés par vérification analytique.

**7.2.4 Axe du cylindre primitif réel**

La localisation de l'axe réel de la cannelure (voir Figure 3) est définie par la ligne de référence moyenne de tous les points de mesure sur les flancs des dents. Cet axe représente la position où tous les écarts sont minimaux (condition des moindres carrés).

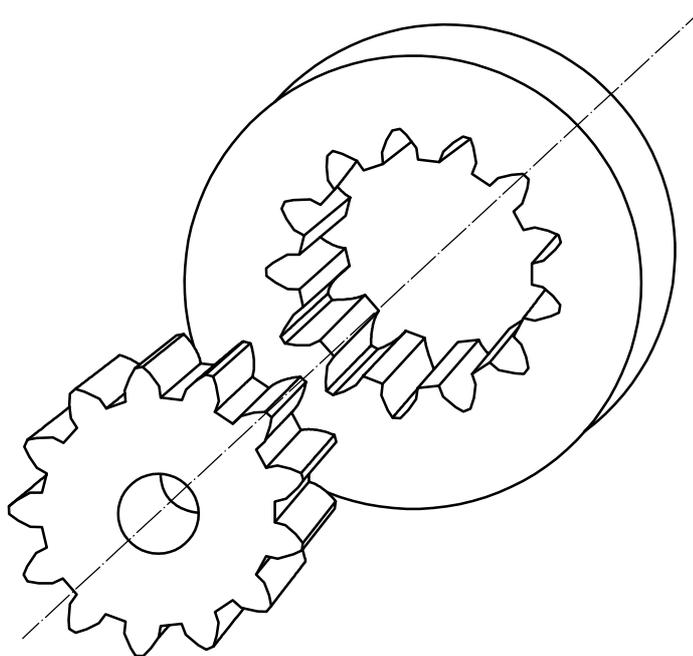
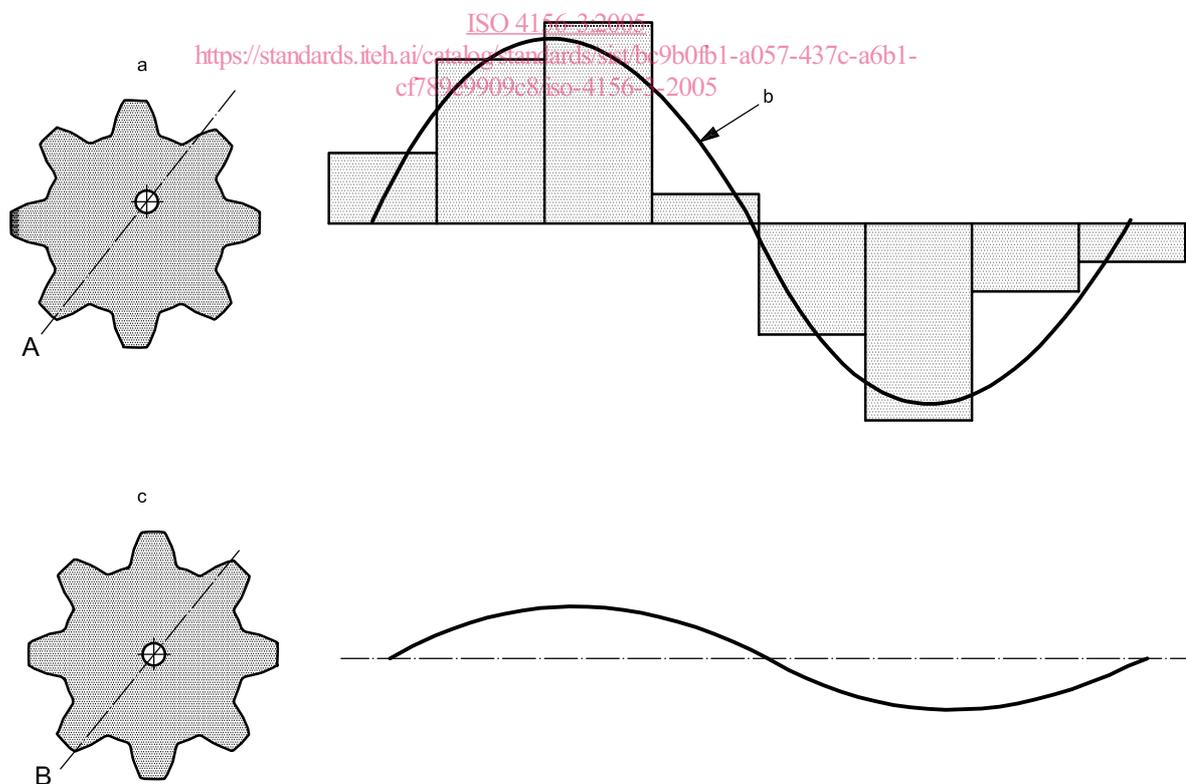


Figure 3 — Axe réel de cannelure

### 7.2.5 Calcul avec analyse de Fourier

Ce calcul peut être réalisé par mesure et analyse de l'écart de division, de l'écart de profil et l'écart d'hélice. L'axe obtenu avec cette méthode représente l'axe où les écarts de division, de profil et d'hélice ont leurs plus petites valeurs. Pour l'écart de division, voir la Figure 4.



- a Écarts de division par rapport à l'axe A.
- b Axe obtenu par analyse de Fourier.
- c Écarts de division par rapport à l'axe B avec valeur minimale.

Figure 4 — Axe obtenu par analyse de Fourier de l'écart de division