

PROJET  
FINAL

NORME  
INTERNATIONALE

ISO/FDIS  
4156-1

ISO/TC 14

Secrétariat: DIN

Début de vote:  
2020-11-09

Vote clos le:  
2021-01-04

---

---

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

### Partie 1: Généralités

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Straight cylindrical involute splines — Metric module, side fit —*  
*Part 1: Generalities*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/FDIS 4156-1](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence  
ISO/FDIS 4156-1:2020(F)

© ISO 2020

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

[ISO/FDIS 4156-1](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2020

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](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles, indices et formules de calcul</b> .....	<b>6</b>
4.1    Symboles généraux.....	6
4.2    Indices.....	8
4.3    Formules de calcul des dimensions et des tolérances pour toute classe d'ajustement.....	9
<b>5</b> <b>Concept des cannelures à centrage sur flancs</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b> <b>Concept d'ajustement effectif</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b> <b>Profil de la crémaillère de référence pour les cannelures</b> .....	<b>22</b>
<b>8</b> <b>Classes d'ajustement des cannelures</b> .....	<b>23</b>
<b>9</b> <b>Tolérances sur l'intervalle et sur l'épaisseur</b> .....	<b>26</b>
9.1    Tolérance totale $T + \lambda$ .....	26
9.2    Écart global de forme, $\lambda$ .....	27
9.3    Écart total de division, $F_p$ .....	27
9.4    Écart total de profil, $F_\alpha$ .....	27
9.5    Écart total d'hélice, $F_g$ .....	28
9.6    Tolérance d'usinage, $T$ .....	29
9.7    Tolérance sur jeu effectif, $T_v$ .....	29
9.8    Usage des dimensions effectives et des dimensions réelles d'intervalle et d'épaisseur.....	29
9.8.1    Minimum de matière.....	29
9.8.2    Maximum de matière (jeu effectif minimal).....	29
9.8.3    Jeu effectif maximal.....	29
<b>10</b> <b>Diamètres mineurs et majeurs</b> .....	<b>30</b>
10.1   Tolérances.....	30
10.2   Modification des diamètres mineurs ( $D_{ie}$ ), de forme ( $D_{Fe}$ ) et majeurs ( $D_{ee}$ ) des cannelures externes.....	31
<b>11</b> <b>Indications sur la fabrication et la conception</b> .....	<b>32</b>
11.1   Rayons.....	32
11.2   Déplacements de profils.....	32
11.3   Écart de concentricité et désalignement.....	33
11.3.1   Écart de concentricité.....	33
11.3.2   Désalignement.....	33
11.3.3   Diamètres majeurs et mineurs.....	33
<b>12</b> <b>Caractéristiques des cannelures</b> .....	<b>33</b>
12.1   Dimensions théoriques.....	33
12.2   Combinaison de types.....	33
12.3   Désignation.....	34
12.4   Indication sur les dessins.....	34
<b>Annexe A (informative) Exemples de calculs de données relatives aux plans</b> .....	<b>36</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>62</b>

## 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](http://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](http://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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 14, *Arbres pour machines et accessoires*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4156-1:2005), qui a fait l'objet d'une révision technique.

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

- l'ISO 268-1 a été supprimé de l'Article 2;
- les ISO 4156-1 et ISO 4156-3 ont été déplacées de l'Article 2 à la Bibliographie;
- les définitions de diamètre base, diamètre majeur, diamètre mineur, hauteur de contact, jeu théorique, faux-rond et dimension auxiliaire ont été supprimées;
- 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 exemples de calcul de l'Annexe A;
- à la Figure 8, le jeu entre la cannelure externe et la pièce conjuguée a été corrigé;
- à la Figure 10, la mesure de l'intervalle effectif et de l'épaisseur effective ont été corrigés;
- à la Figure 11, le titre de la figure a été modifié;
- à la Figure 15, les indications relatives aux creux actif de dent et creux de dent ont été corrigées;
- au Tableau 11, la tolérance sur  $D_{ii}$  pour un diamètre > 80 à 120 dans la colonne H 11 a été corrigée;
- les Tableaux 14 à 17 ont été corrigés et déplacés à l'Annexe A;

— au [A.4](#), le calcul de  $M_{Re\ min}$  a été effectué.

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

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'expérience 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/members.html](http://www.iso.org/members.html).

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

ISO/FDIS 4156-1

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1>

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

- pour des angles de pression de 30° et 37,5° les incréments de modules 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 modules sont°:  
0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5.

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

[ISO/FDIS 4156-1](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1>

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

## Partie 1: Généralités

### 1 Domaine d'application

Le présent document fournit les données et les indications nécessaires à la conception et à la fabrication 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 par des formules et donnés dans des tableaux. Sauf indications contraires, 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 1101, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants 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:

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

#### 3.1 cannelures

deux éléments d'accouplement coaxiaux transmettant un couple par engagement simultané de dents, également espacées sur le pourtour d'un élément externe cylindrique, dans les entredents correspondants espacés de façon identique sur la surface interne de l'élément cylindrique creux associé

#### 3.2 cannelure en développante

élément de *cannelures* (3.1) dont les dents ou les intervalles ont des flancs à profil en développante de cercle

#### 3.3 cannelure interne

cannelure formée sur la surface interne d'un cylindre

**3.4  
cannelure externe**

cannelure formée sur la surface externe d'un cylindre

**3.5  
surface de raccordement**

surface concave de la dent ou de l'entredent raccordant le flanc en développante au cercle de pied

Note 1 à l'article: Note à l'article: Pour les cannelures générées, cette surface gauche, varie suivant la façon dont elle est générée et ne peut correctement être spécifiée par aucun rayon de valeur donnée. Pour les cannelures formées directement par un outil (par exemple, brochées, forgées), le flanc de raccordement peut être spécifié comme un vrai rayon.

**3.6  
plein rayon**

cannelure ayant un profil de dent ou d'entredent dont les flancs anti-homologues en développante sont raccordés au cercle de pied (de diamètre  $De_i$  ou  $De_e$ ) par une seule *surface de raccordement* (3.5)

**3.7  
fond plat**

cannelure ayant un profil de dent ou d'entredent dont chacun des flancs anti-homologues en développante est raccordé au cercle de pied (de diamètre  $De_i$  ou  $De_e$ ) par une *surface de raccordement* (3.5) particulière

**3.8  
module**

$m$   
quotient du *pas circulaire* (3.12), exprimé en millimètres, par le nombre  $\pi$

**3.9  
cercle primitif**

cercle de référence auquel sont liées toutes les dimensions des cannelures et au niveau duquel l'*angle de pression* (3.13) spécifié a sa valeur nominale

**3.10  
diamètre primitif**

$D$   
diamètre du *cercle primitif* (3.9) qui a une circonférence en millimètres égale au nombre de dents multiplié par le *module* (3.8)

**3.11  
point primitif**

intersection d'un profil de dent de cannelure avec le *cercle primitif* (3.9)

**3.12  
pas primitif**

$p$   
longueur d'arc du *cercle primitif* (3.9) entre deux *points primitifs* (3.11) de deux flancs homologues consécutifs, qui a comme valeur le nombre  $\pi$  multiplié par le *module* (3.8)

**3.13  
angle de pression**

$\alpha$   
angle aigu formé par une ligne radiale passant par un point quelconque d'un flanc de dent et le plan tangent au flanc en ce point

**3.14  
angle de pression normalisé**

$\alpha_D$   
*angle de pression* (3.13) au *point primitif* spécifié (3.11)



**3.15****cercle de base**

cercle à partir duquel est généré le profil de la *cannelure en développante* (3.2)

**3.16****pas de base**

$p_b$

longueur d'arc du *cercle de base* (3.15) entre deux flancs homologues consécutifs

**3.17****diamètre de forme**

$D_F$

diamètre utilisé pour définir les points les plus bas de la vérification de la forme de la développante du profil des dents

Note 1 à l'article: Ce diamètre se situe à proximité et au-dessus du diamètre mineur pour les *cannelures externes* (3.4) et à proximité et au-dessous du diamètre majeur pour les *cannelures internes* (3.3).

**3.18****intervalle circulaire théorique**

$E$

pour des cannelures à *angles de pression* (3.13) de 30°, 37,5° et 45° égaux à la moitié du *pas primitif* (3.12), mesurés au *diamètre primitif* (3.10)

**3.19****épaisseur circulaire théorique**

$S$

pour des cannelures à *angles de pression* (3.13) de 30°, 37,5° et 45° égaux à la moitié du *pas primitif* (3.12), mesurés au *diamètre primitif* (3.10)

**3.20****intervalle réel**

résultat de la mesure sur le *cercle primitif* (3.9) d'un intervalle quelconque compris entre les valeurs limites  $E_{max}$  et  $E_{min}$

**3.21****intervalle effectif, circulaire**

$E_v$

intervalle défini par l'épaisseur au cercle primitif d'une *cannelure externe* (3.4) imaginaire parfaite, sur lequel cette cannelure externe s'ajusterait sans jeu ni serrage, considérant un engagement sur toute la longueur axiale de l'assemblage cannelé

Note 1 à l'article: L'intervalle effectif minimal ( $E_{v_{min}}$ , toujours égal à  $E$ ) de la *cannelure interne* (3.3) est toujours l'élément de base comme le montre le [Tableau 3](#).

**3.22****épaisseur réelle**

résultat de la mesure, sur le *cercle primitif* (3.9), de l'épaisseur d'une dent quelconque compris entre les valeurs limites  $S_{max}$  et  $S_{min}$

**3.23****épaisseur effective, circulaire**

$S_v$

épaisseur définie par l'intervalle au cercle primitif d'une *cannelure interne* (3.3) imaginaire parfaite sur laquelle cette cannelure interne s'ajusterait sans jeu ni serrage, considérant un engagement sur toute la longueur axiale de l'assemblage cannelé

**3.24**  
**jeu effectif**

$c_v$   
(jeu ou serrage) différence entre l'intervalle effectif, circulaire (3.21) d'une cannelure interne (3.3) et l'épaisseur effective, circulaire (3.23) de la cannelure externe (3.4)

Note 1 à l'article: Pour le jeu, la valeur  $c_v$  est positive, pour le serrage, la valeur  $c_v$  est négative.

**3.25**  
**sécurité de forme**

$c_F$   
jeu radial entre le diamètre de forme de la cannelure interne (3.3) et le diamètre majeur de la cannelure externe (3.4) ou entre le diamètre mineur de la cannelure interne et le diamètre de forme de la cannelure externe

Note 1 à l'article: Le jeu radial permet l'excentration de leurs diamètres primitifs (3.9) respectifs.

**3.26**  
**écart total de division**

$F_p$   
valeur absolue de la différence des deux plus grands écarts, de signe opposé, par rapport à l'écartement théorique

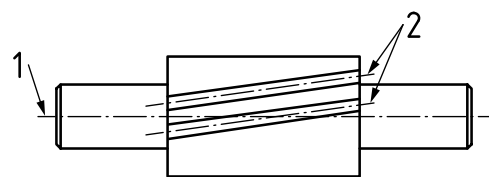
**3.27**  
**écart total de profil**

$F_\alpha$   
valeur absolue de la différence des deux plus grands écarts, de signe opposé, par rapport au profil théorique des dents, mesurés suivant la normale aux flancs (standard.iteh.ai)

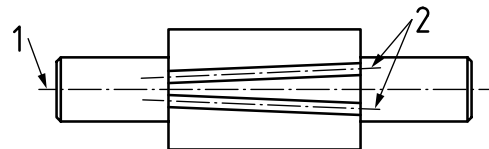
**3.28**  
**écart total d'hélice**

$F_\beta$   
valeur absolue de la différence des deux écarts extrêmes de direction des flancs, par rapport à leur direction théorique parallèle à l'axe de référence

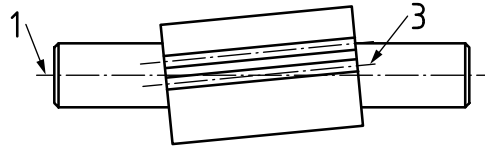
Note 1 à l'article: Cet écart inclut également les écarts de parallélisme (3.29) et les écarts d'alignement (3.30), voir Figure 1.



a) Écart d'hélice



b) Écart de parallélisme



c) Écart d'alignement

**Légende**

- 1 axe de référence
- 2 axe de la denture
- 3 axe effectif de la cannelure

Figure 1 — Écarts d'hélice

**3.29****écart de parallélisme**

défaut de parallélisme d'une dent de cannelure par rapport à une autre

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1 b\)](#).

**3.30****écart d'alignement**

écart de l'axe effectif de la cannelure par rapport à son axe de référence

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1 c\)](#).

**3.31****écart effectif**

effet cumulé des défauts de la cannelure sur son montage avec la pièce qui lui est conjuguée

**3.32****écart global de forme**

$\lambda$

écart admissible entre l'intervalle réel minimal et l'*intervalle effectif minimal, circulaire* ([3.21](#)) ou entre l'épaisseur effective maximale et l'*épaisseur réelle maximale* ([3.22](#))

**3.33****tolérance d'usinage**

$T$

écart admissible entre les valeurs maximale et minimale de l'épaisseur réelle ou de l'*intervalle réel* ([3.20](#))

**3.34****tolérance sur jeu effectif**

$T_v$

écart admissible entre les valeurs maximale et minimale de l'*intervalle effectif, circulaire* ([3.21](#)) ou de l'intervalle effectif

**3.35****tolérance totale**

$T + \lambda$

(général) somme de la *tolérance d'usinage* ([3.33](#)) et de l'*écart global de forme* ([3.32](#))

**3.36****tolérance totale**

(cannelure interne) différence entre l'*intervalle effectif, circulaire* ([3.21](#)) minimal, et l'*intervalle réel* ([3.20](#)) maximal

**3.37**

**tolérance totale**

(cannelure externe) différence entre l'épaisseur effective, circulaire (3.23) maximale et l'épaisseur réelle (3.22) minimale

**3.38**

**dimension théorique**

valeur numérique théorique définissant les dimensions, la forme ou l'emplacement exacts d'un élément

Note 1 à l'article: C'est à partir de cette valeur que sont établis les écarts admissibles sous forme de tolérances.

**4 Symboles, indices et formules de calcul**

**4.1 Symboles généraux**

Les symboles généraux utilisés pour désigner les divers termes et dimensions sont donnés ci-après.

$b$	Longueur de la cannelure	mm
$c_F$	Sécurité de forme	mm
$c_v$	Jeu effectif (jeu ou serrage)	$\mu\text{m}$
$c_{v \max}$	Jeu effectif maximal	$\mu\text{m}$
$c_{v \min}$	Jeu effectif minimal	$\mu\text{m}$
$d_{ce}$	Diamètre au point de contact des billes ou piges, cannelure externe	mm
$d_{ci}$	Diamètre au point de contact des billes ou piges de mesure, cannelure interne	mm
$D$	Diamètre primitif	mm
$D_{Fe}$	Angle de pression au diamètre de forme, cannelure externe	mm
$D_{Fe \max}$	Diamètre de forme maximal, cannelure externe	mm
$D_{Fi}$	Angle de pression au diamètre de forme, cannelure interne	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
$D_{ei}$	Diamètre majeur, cannelure interne	mm
$D_{ei \max}$	Diamètre majeur maximal, cannelure interne	mm
$D_{ei \min}$	Diamètre majeur minimal, cannelure interne	mm
$D_{ie}$	Diamètre mineur, cannelure externe	mm

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.itech.ai)

ISO/FDIS 4156-1  
<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/35600670-496b-4b1e-9d74-96bb0828940b/iso-fdis-4156-1>

$D_{ie\ max}$	Diamètre mineur maximal, cannelure externe	mm
$D_{ie\ min}$	Diamètre mineur minimal, cannelure externe	mm
$D_{ii}$	Diamètre mineur, cannelure interne	mm
$D_{ii\ max}$	Diamètre mineur maximal, cannelure interne	mm
$D_{ii\ min}$	Diamètre mineur minimal, cannelure interne	mm
$E$	Intervalle circulaire théorique	mm
$E_{max}$	Intervalle réel maximal	mm
$E_{min}$	Intervalle réel minimal	mm
$E_v$	Intervalle circulaire effectif	mm
$E_{v\ max}$	Intervalle effectif maximal	mm
$E_{v\ min}$	Intervalle effectif minimal	mm
$es_v$	Écart fondamental, externe	$\mu\text{m}$
$F_p$	Écart total de division	$\mu\text{m}$
$F_\alpha$	Écart total de profil	$\mu\text{m}$
$F_\beta$	Écart total d'hélice	$\mu\text{m}$
$h_s$	Creux actif de dent	mm
$i$	Unité de tolérance	$\mu\text{m}$
$inv\ \alpha$	Développante $\alpha$ ( $= \tan\alpha - \pi \cdot \alpha / 180^\circ$ )	—
$K_e$	Facteur d'approximation pour cannelure externe	—
$K_i$	Facteur d'approximation pour cannelure interne	—
$k$	Nombre de dents mesurées	—
$L$	Longueur de l'arc	mm
$l_{BA}$	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
$p$	Pas primitif	mm
$p_b$	Pas de base	mm
$S$	Épaisseur circulaire théorique	mm
$S_{max}$	Épaisseur réelle maximale	mm
$S_{min}$	Épaisseur réelle minimale	mm

## ISO/FDIS 4156-1:2020(F)

$S_v$	Épaisseur circulaire effective	mm
$S_{v\max}$	Épaisseur effective maximale	mm
$S_{v\min}$	Épaisseur effective minimale	mm
$^SDE$	Longueur d'arc entre deux points (par exemple, entre le point D et le point E)	mm
$T$	Tolérance d'usinage	$\mu\text{m}$
$T_v$	Tolérance sur jeu effectif	$\mu\text{m}$
$W$	Mesure sur $k$ dents, cannelure externe	mm
$z$	Nombre de dents (pour les cannelures externes et internes, $z$ a un signe positif)	—
$\alpha$	Angle de pression	$^\circ$
$\alpha_{ce}$	Angle de pression aux points de contact des billes ou piges, cannelure externe	$^\circ$
$\alpha_{ci}$	Angle de pression aux points de contact des billes ou piges de mesure, cannelure interne	$^\circ$
$\alpha_D$	Angle de pression normalisé au diamètre primitif	$^\circ$
$\alpha_e$	Angle de pression au diamètre passant par les centres des billes ou piges, cannelure externe	$^\circ$
$\alpha_{Fe}$	Angle de pression au diamètre de forme, cannelure externe	$^\circ$
$\alpha_{Fi}$	Angle de pression au diamètre de forme, cannelure interne	$^\circ$
$\alpha_i$	Angle de pression au diamètre passant par les centres des billes ou piges de mesure, cannelure interne	$^\circ$
$\lambda$	Écart global de forme	$\mu\text{m}$
$\rho_{Fe}$	Rayon de raccordement de la crémaillère de référence, cannelure externe	mm
$\rho_{Fi}$	Rayon de raccordement de la crémaillère de référence, cannelure interne	mm
$\rho_f$	Facteur de tolérance	—
$k; js; h; f; e; d$	Écart fondamental sur cannelure externe	$\mu\text{m}$

### 4.2 Indices

Les indices ci-dessous sont utilisés en liaison avec les symboles généraux ci-dessus pour désigner des conditions ou des positions relatives:

b	de base
c	diamètre aux points de contact
D	normalisé
d	tolérance sur diamètre primitif ( $D$ )
E	tolérance sur intervalle circulaire théorique ( $E$ ) ou sur l'épaisseur circulaire théorique ( $S$ )

e	majeur ou externe (ce dernier en dernière position)
F	concernant le diamètre de forme
f	facteur
i	mineur ou interne (ce dernier en dernière position)
R	relatif aux calibres de contrôle
v	effectif

NOTE En raison des limitations générées par le matériel d'impression installé, la reproduction des symboles dans leur forme théorique correcte n'est pas toujours possible dans le cadre du traitement électronique des données. Pour cette raison, d'autres symboles utilisés pour le traitement électronique des données sont donnés dans le [Tableau 1](#) (par exemple, le symbole du diamètre de base  $D_b$  peut prendre la forme DB à l'impression).

### 4.3 Formules de calcul des dimensions et des tolérances pour toute classe d'ajustement

Les formules de calcul des dimensions et des tolérances pour toute classe d'ajustement sont données dans le [Tableau 1](#).

**Tableau 1 — Formules de calcul des dimensions et des tolérances pour toute classe d'ajustement**

Terme	Symbole	Formule	Représentation informatique
Diamètre primitif	$D$	$m \cdot z$	D
Diamètre de base	$D_b$	$m \cdot z \cdot \cos \alpha_D$	DB
Pas primitif	$p$	$m \cdot \pi$	P
Pas de base	$p_b$	$m \cdot \pi \cdot \cos \alpha_D$	PB
Écart fondamental, externe	$es_v$	Résultant des écarts fondamentaux k, js, h, f, e et d	ESV
Diamètre majeur minimal, interne:			
30°, fond plat	$D_{ei \min}$	$m \cdot (z + 1,5)$	DEIMIN
30°, plein rayon	$D_{ei \min}$	$m \cdot (z + 1,8)$	DEIMIN
37,5°, plein rayon	$D_{ei \min}$	$m \cdot (z + 1,4)$	DEIMIN
45°, plein rayon	$D_{ei \min}$	$m \cdot (z + 1,2)$	DEIMIN
Diamètre majeur maximal, interne	$D_{ei \max}$	$D_{ei \min} + (T + \lambda) / \tan \alpha_D^a$	DEIMAX
Diamètre de forme minimal, interne:			
30° fond plat et plein rayon	$D_{Fi \min}$	$m \cdot (z + 1) + 2 \cdot c_F$	DFIMIN
37,5° plein rayon	$D_{Fi \min}$	$m \cdot (z + 0,9) + 2 \cdot c_F$	DFIMIN
45° plein rayon	$D_{Fi \min}$	$m \cdot (z + 0,8) + 2 \cdot c_F$	DFIMIN
<p>a <math>(T + \lambda)</math> pour la classe 7 - voir <a href="#">9.1</a>.</p> <p>b Pour toutes les classes d'ajustement, toujours prendre la valeur de <math>D_{Fe \max}</math> correspondant à l'ajustement H/h.</p> <p>c Voir 8, 9 et ISO 4156-2.</p> <p>d Prendre <math>es_v = 0</math> for pour les écarts fondamentaux pour js et k.</p> <p>e Pour <math>h_s</math>, voir <a href="#">Figure 15</a> et <a href="#">Tableau 2</a>.</p> <p>f Voir <a href="#">9.1</a>.</p> <p>g Voir ISO 4156-3 concernant le choix des billes ou piges.</p>			