

# NORME INTERNATIONALE

**ISO**  
**4156**

Première édition  
1981-05-01

**AMENDEMENT 1**  
1992-11-01

---

---

## **Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs — Généralités, dimensions et vérification**

### **AMENDEMENT 1 : Section trois : Vérification**

*Straight cylindrical involute splines — Metric module,  
side fit — Generalities, dimensions and inspection*

*AMENDMENT 1: Section three : Inspection*

ISO 4156:1981/Amd 1:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e16d4676-b3d2-4894-9061-fa1356fde08/iso-4156-1981-amd-1-1992>



Numéro de référence  
ISO 4156 : 1981/Amd.1 : 1992 (F)

## Sommaire

	Page
<b>Avertissement</b> .....	1
<b>15</b> Objet .....	1
<b>16</b> Température de référence .....	1
<b>17</b> Vérification par calibres à limites .....	1
<b>18</b> Tolérances de fabrication des calibres cannelés .....	4
<b>19</b> Longueur de la partie mesurante des calibres .....	8
<b>20</b> Poignées des tampons cannelés .....	9
<b>21</b> Valeurs des tolérances de forme des calibres cannelés .....	9
<b>22</b> Dimensions, désignation et gravure des calibres .....	10
<b>23</b> Vérification analytique .....	20
<b>24</b> Conversion des divisions criculaires en mesures d'angles .....	30
<b>25</b> Cotes de vérification .....	31

## 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 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'Amendement 1 à la Norme internationale ISO 4156 : 1981 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 14, *Arbres pour machines et accessoires*, sous-comité SC 2, *Accouplements*.

ISO 4156:1981/Amd.1:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e16d4676b3d2-4894-9061-fa1356bdc08/iso-4156-1981-amd-1-1992>



# Cannelures cylindriques droites à flancs en développante — Module métrique, à centrage sur flancs — Généralités, dimensions et vérification

## AMENDEMENT 1 : Section trois : Vérification

### Avertissement

Certains symboles utilisés dans le présent additif peuvent sembler avoir deux sens. Ainsi *Z* signifie parfois le nombre de dents de la cannelure (usage consacré dans les Normes ISO de cannelures ou d'engrenages) et d'autres fois, la distance entre le milieu de la zone de tolérance du calibre neuf et la limite «ENTRE» de la pièce (voir ISO/R 1938).

Les rédacteurs n'ont pas cru devoir les différencier, le contexte permettant toujours d'éviter les ambiguïtés.

### Section trois : Vérification

#### 15 Objet

Le présent additif fournit les données et indications nécessaires à la vérification des cannelures cylindriques droites (non hélicoïdales) à flancs en développante.

#### 16 Température de référence

La température normale de référence des mesurages industriels 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 effectuée la vérification.

Si le mesurage est effectué 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 mesurage doivent être faites avec une force de mesurage nulle.

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

#### 17 Vérification par calibres à limites

##### 17.1 Introduction

Les modalités de vérification des cannelures cylindriques droites à flancs en développante sont définies ci-après dans le cas

où il est fait usage de calibres à limites, mais sans imposer pour autant l'emploi de ces calibres (la vérification par mesurage direct pouvant éventuellement être admise par entente préalable entre les parties, suivant des modalités à définir par celles-ci pour respecter les spécifications du présent additif).

Par convention, une pièce bonne est une pièce dont les cannelures sont reconnues acceptables par les calibres prévus en conformité avec les prescriptions du présent additif, lequel fait foi pour la vérification. En conséquence, le choix du calibre fera l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant à la signature du contrat de façon que, si le client utilise ses propres calibres pour la réception, ceux-ci soient suffisamment proches des limites extérieures prescrites pour ne pas rebuter des cannelures déjà reconnues bonnes par les calibres du fabricant. En cas de litige, le fabricant et l'utilisateur doivent tenir leurs calibres à la disposition de l'un et de l'autre, pour vérification dans leurs ateliers respectifs. Si le litige subsiste, les calibres devront être adressés à un organisme métrologique indépendant reconnu par les deux parties.

##### 17.2 Méthodes de vérification

Trois méthodes de contrôle sont prévues dans le tableau 120 «Positions des tolérances dimensionnelles des calibres cannelés», pour la vérification par calibres des cannelures :

- la «méthode normalisée»;
- la «méthode variante A»;
- la «méthode variante B».

La méthode de vérification choisie devra être prescrite de façon explicite.

Ces différentes méthodes de vérification conduisent du côté «N'ENTRE PAS» aux conclusions du tableau 117 pour l'ajustement H/h.

Tableau 117 — Méthodes de vérification

Méthode de vérification <sup>1)</sup>	Jeu maximal théorique entre pièces (erreur de forme nulle)	Erreur de forme maximale sur chaque pièce (jeu nul)
Normalisée	$2(T + \lambda)$	$T + \lambda$
A	$2T$	$T + \lambda$
B	$2T$	indéterminée

1) Dans la suite du présent additif, les termes «méthode normalisée», «méthode A» et «méthode B» sont utilisés pour plus de concision.

Par des ajustements autres que H/h, le jeu maximal théorique variera suivant les écarts fondamentaux.

17.2.1 Vérification côté «ENTRE»

Suivant les trois méthodes indiquées ci-devant, des calibres «ENTRE», à denture complète, vérifient

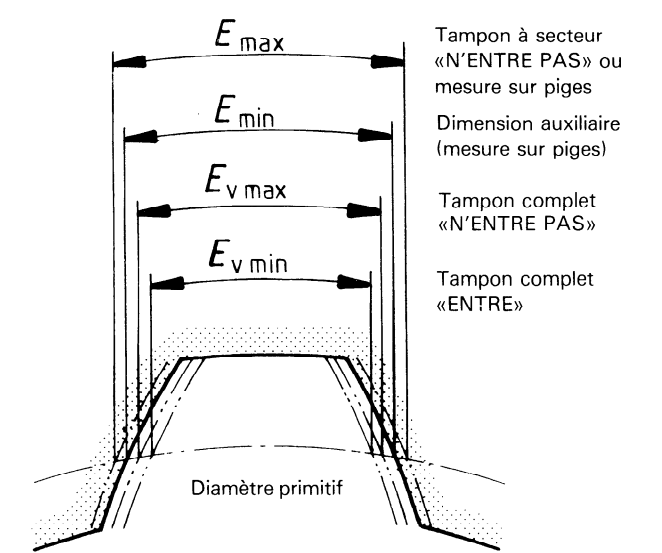
- que les limites effectives de l'intervalle ou de l'épaisseur de dent ne sont pas dépassées du côté «ENTRE», pour assurer les conditions de montage désirées;
- le diamètre «de forme» de la pièce, assurant ainsi le respect des tolérances désirées sur toute la longueur de la partie active de la développante.

17.2.2 Vérification côté «N'ENTRE PAS»

17.2.2.1 Méthode normalisée

Suivant la «méthode normalisée», des calibres «N'ENTRE PAS» à denture à secteur vérifient les limites réelles

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/slo/c16d4076b3d2487490614a1556bd08/slo-4156-1981-amd-1-1992>



a) Cannelure interne

Figure 16 — Relation entre les dimensions des pièces et le calibre adopté à leurs contrôles

de l'intervalle ou de l'épaisseur au minimum de matière des pièces.

17.2.2.2 Méthode A

Suivant la «méthode A», deux sortes de calibres N'ENTRE PAS sont prévues :

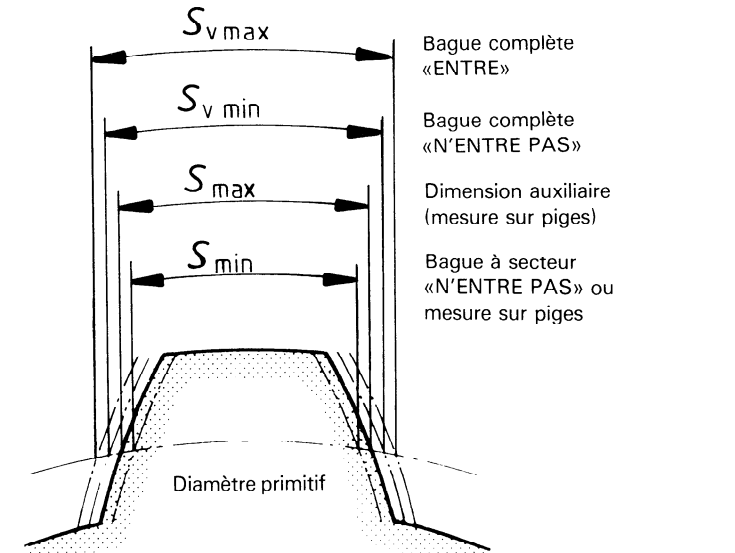
- l'une concernant des calibres cannelés «N'ENTRE PAS» à denture à secteur vérifiant (comme dans la «méthode normalisée») les limites réelles de l'intervalle ou de l'épaisseur de dent au minimum de matière des pièces;
- l'autre concernant des calibres cannelés «N'ENTRE PAS» à denture complète vérifiant les limites effectives de l'intervalle ou de l'épaisseur à ne pas dépasser du côté «N'ENTRE PAS» sans prendre le risque de ne pas assurer les conditions d'emploi désirées (les erreurs de forme sont dans ce cas contrôlées globalement).

17.2.2.3 Méthode B

Suivant la «méthode B», des calibres «N'ENTRE PAS» à denture complète vérifiant (comme dans la «méthode A») les limites effectives de l'intervalle ou de l'épaisseur de dent à ne pas dépasser du côté «N'ENTRE PAS» (les limites réelles de l'intervalle ou de l'épaisseur de dent au minimum de matière des pièces ne sont pas contrôlées dans ce cas).

17.2.2.4 Contrôle par pîges ou billes

Le contrôle par pîges ou billes est admis à la place du contrôle par calibres «N'ENTRE PAS» à secteur (bague ou tampon).



b) Cannelure externe

### 17.2.3 Vérification «ENTRE» et «N'ENTRE PAS» des diamètres au sommet des dents ( $D_{ii}$ ou $D_{ee}$ )

Toutes ces méthodes de vérification nécessitent le contrôle des diamètres au sommet de dents (diamètre mineur interne,  $D_{ii}$ , ou diamètre majeur externe,  $D_{ee}$ ) par des calibres lisses «ENTRE» et «N'ENTRE PAS» (bague ou tampon), ou par d'autres appareils de mesure acceptables.

### 17.3 Vérification complémentaire

La vérification des cannelures au moyen de calibres cannelés «ENTRE» à denture complète (tampon ou bague) ne permet pas d'identifier, en cas de refus d'une pièce par le calibre, les dimensions défectueuses ayant provoqué le refus.

S'il est nécessaire de rendre compte de tels cas, une vérification complémentaire (à prescrire de façon explicite) doit être effectuée par contrôle analytique (voir chapitre 23) en mesurant séparément, au moyen de deux billes ou de deux piges, l'intervalle ou l'épaisseur de dent, l'erreur totale de division, l'erreur totale de profil et les erreurs de pas hélicoïdal.

Le choix entre la vérification par billes et la vérification par piges devra être précisé.

Eu égard aux différences au contact des flancs, et en raison des erreurs de pas hélicoïdal ou des conditions de surface, les billes et les piges de mesure ne fourniront probablement pas les mêmes résultats pour l'intervalle ou l'épaisseur de dent.

### 17.4 Influence de la «longueur cannelée utile» et de la «longueur en prise» [voir figure 17, a) et b)]

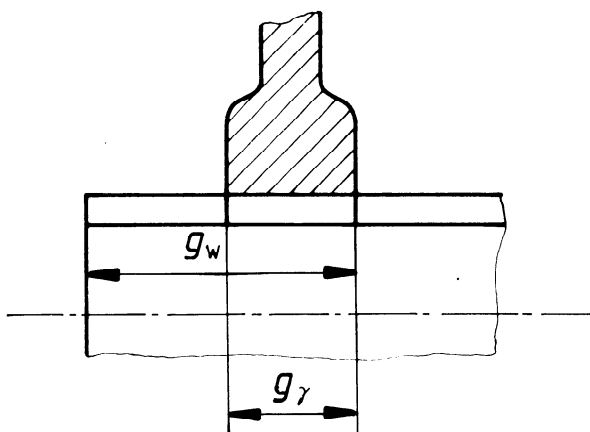
Pour les définitions de la longueur en prise,  $g_\gamma$ , et de la longueur cannelée utile,  $g_w$ , voir chapitre 2.

Les calibres de vérification ayant souvent une longueur plus faible que les pièces à vérifier, les «longueur utile» et «longueur en prise» peuvent avoir une influence sur les erreurs maximales admissibles d'alignement des cannelures (erreur de parallélisme des cannelures par rapport à l'axe).

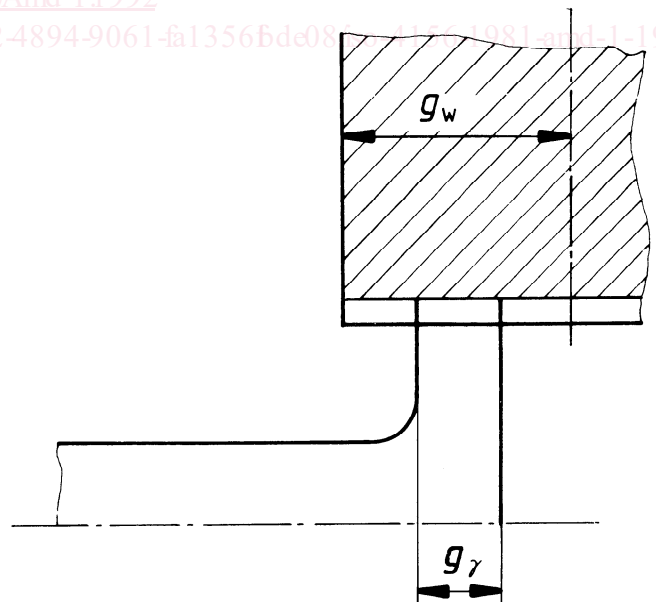
Dans le cas où la «longueur en prise» est plus petite ou égale à la moitié du diamètre primitif et la «longueur utile» égale à la «longueur en prise», les erreurs d'alignement des cannelures pourront en général être, sauf prescriptions contraires, comprises dans les tolérances totales ( $T + \lambda$ ) (définies dans le chapitre 6) et vérifiées en même temps par calibres à limites conformément aux méthodes de contrôle présentées en 17.2.1, 17.2.2 et 17.2.3.

Dans le cas où la «longueur en prise» est plus grande que la moitié du diamètre primitif et la «longueur utile» plus grande ou égale à la «longueur en prise», il pourra être nécessaire de prescrire des tolérances d'alignement des cannelures, indépendantes des tolérances totales ( $T + \lambda$ ); ces tolérances pourront alors être à vérifier séparément au moyen d'un «contrôle analytique».

Si des tolérances particulières d'alignement des cannelures doivent être prescrites, tenir compte du fait qu'elles devront généralement être proportionnellement d'autant plus faibles que la «longueur utile» ou «la longueur en prise» ou les deux seront plus longues.



a) Arbre plus long que le moyeu



b) Moyeu plus long que l'arbre

Figure 17 — Longueur utile et longueur en prise

## 17.5 Modalités d'emploi des calibres

### 17.5.1 Côté «ENTRE»

Les calibres cannelés «ENTRE» à denture complète (bague ou tampon) doivent pouvoir glisser sans effort sur toute la longueur de la pièce à vérifier. On peut utiliser le poids du calibre ou une charge convenue.

Un léger mouvement peut être donné au vérificateur pour vaincre la résistance de frottement.

### 17.5.2 Côté «N'ENTRE PAS»

Les calibres «N'ENTRE PAS» sont employés de la même façon que les calibres servant à la vérification des pièces cylindriques lisses, la vérification étant faite en trois positions angulaires au moins, autant que possible également réparties.

## 17.6 Dimensions limites d'emploi des calibres

La commodité d'emploi des calibres est limitée par le poids et les dimensions des calibres.

Les pièces de diamètre primitif  $D \leq 180$  mm peuvent normalement être vérifiées par calibres à limites.

Pour les pièces de diamètre primitif  $D > 180$  mm, une vérification par calibres à limites ne pourra être envisagée qu'après accord entre client et fournisseur. Dans la mesure du possible, le poids du calibre ne devra pas dépasser 10 kg.

## 17.7 Contrôle des calibres

### 17.7.1 Contrôle dimensionnel

**17.7.1.1** Les dimensions réelles des tampons cannelés, à denture complète ou à secteur, sont vérifiées normalement par mesurage direct et par billes ou par piges cylindriques lisses. Le choix entre la vérification par billes et la vérification par piges doit être précisé de façon explicite, la vérification étant faite sur tous les creux de dent.

Il y a lieu de noter que du fait de leur géométrie les billes ou piges de mesure n'intègrent pas de manière équivalente les défauts des pièces contrôlées et notamment les défauts d'état de surface ou de pas hélicoïdal.

**17.7.1.2** Les dimensions des bagues cannelées, à denture complète ou à secteur, sont vérifiées normalement par tampon «ÉTALON» à denture complète et par billes ou par piges cylindriques lisses.

Les tampons «ÉTALONS» sont à pente sur un même flanc de toutes les dents et sont eux-mêmes vérifiés normalement par mesurage direct et par billes, dans des plans bien définis.

**17.7.1.3** Les calibres lisses (bague ou tampon) sont vérifiés dans les mêmes conditions que les calibres employés pour la vérification des pièces cylindriques lisses.

### 17.7.2 Contrôle des erreurs de forme de calibres

Les calibres peuvent présenter des erreurs totale de division, totale de profil et totale de pas hélicoïdal.

Si le contrôle de ces erreurs est nécessaire, il peut être effectué au moyen d'un «contrôle analytique» (voir chapitre 23) permettant de vérifier, en les isolant, chacune de ces erreurs. Ce contrôle analytique ne concerne en principe que les calibres tampons ou les tampons «ÉTALONS». Le «contrôle analytique» ne peut concerner les bagues que dans le cas éventuel où l'on ne disposerait pas de «tampons étalons» pour les vérifier.

Il y a lieu de noter que ce «contrôle analytique» des bagues est plus sévère que celui effectué par tampon «ÉTALON», du fait que les erreurs de forme sont vérifiées indépendamment des dimensions, ce qui dans les cas limites de fabrication au maximum de matière peut conduire au refus de bagues qui auraient été acceptées par le tampon «ÉTALON».

## 18 Tolérances de fabrication des calibres cannelés

Le présent additif prévoit une classe unique de tolérances pour calibres cannelés, fondée sur la classe de tolérance 6 des pièces.

Les tolérances de fabrication des calibres «ENTRE» et «N'ENTRE PAS» ainsi que leurs limites d'usure côté «ENTRE» sont données dans les tableaux 118 à 121.

### NOTES

1 Les tableaux 118 à 121 concernent notamment les limites réelles de l'intervalle ou de l'épaisseur de dent des calibres.

2 Les erreurs de forme des calibres sont toujours indépendantes des tolérances dimensionnelles, leurs valeurs individuelles sont indiquées dans le tableau 124 et leurs valeurs cumulées ( $E$ ,  $E_1$ ) dans les tableaux 118 à 121.

3 Dans les cas limites de fabrication des calibres au maximum de matière, les erreurs de forme aboutissent à un déplacement des limites d'acceptation des pièces.

### 18.1 Positions des zones de tolérances et des limites d'usure par rapport aux limites de la pièce à contrôler

Les positions relatives sont données dans le tableau 120 sous forme de schéma.

NOTE — Il n'est prévu de limite d'usure que pour les calibres «ENTRE».

### 18.2 Valeurs des tolérances des calibres

La définition de l'étendue de la zone de la tolérance dimensionnelle sur l'intervalle et sur l'épaisseur de dent des calibres est basée sur les mêmes principes que ceux adoptés pour la tolérance totale ( $T + \lambda$ ) des pièces de classe de tolérances 6 (voir chapitre 6).

Les tolérances des calibres sont basées sur les tolérances fondamentales ISO (IT) des qualités 3 à 5, comme indiqué dans le tableau 118.



Tableau 118 — Tolérances de fabrication des calibres — Classe unique

Classe de tolérance unique applicable aux pièces de classes	Qualités de tolérance des pièces en classe unique de calibres	Tolérances des							
		calibres tampons				calibres bagues			
		$H^*$	$E^{***}$	$Z^{**}$	$Y^{****}$	$H_1^*$	$E_1^{***}$	$Z_1^{**}$	$Y_1^{****}$
4	IT6* + IT9**	Tampon «ENTRE»				Bague «ENTRE»			
5	IT7* + IT10**	IT3	—	IT5	$\frac{IT3}{2}$	IT4	—	IT5	$\frac{IT4}{2}$
6	IT8* + IT11**	Tampon «N'ENTRE PAS»				Bague «N'ENTRE PAS»			
7	IT9* + IT12**	IT3	—	—	—	IT4	—	—	—

\* Tolérance basée sur le diamètre primitif.

\*\* Tolérance basée sur l'intervalle ou l'épaisseur théorique, voir la note 2 ci-après.

\*\*\* Pour le calcul de  $E$  et  $E_1$ , voir la note 1 ci-après.

\*\*\*\*  $Y = H/2$  et  $Y_1 = H_1/2$ , tolérance basée sur le diamètre primitif, voir la note 3 ci-après.

#### NOTES

1 Les valeurs retenues pour  $H$  et  $H_1$  (tolérance dimensionnelle des calibres) sont conformes à celles données dans l'ISO/R 1938, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 2 : Vérification des pièces lisses*.

$E$  et  $E_1$  (erreur globale de forme des calibres) sont calculés à l'aide de la formule

$$E \text{ ou } E_1 = 0,6 \sqrt{(\text{erreur de profil})^2 + (\text{erreur de division})^2 + (\text{erreur de pas hélicoïdal})^2}$$

appliquée au tableau 124, en tenant compte de la longueur de la partie mesurante des calibres donnée dans les tableaux 122 et 123. Les valeurs de  $E$  et  $E_1$  indiquées dans le tableau 121 sont arrondies.

2 Les valeurs retenues pour  $Z$  et  $Z_1$  (correspondant à la position de la tolérance des calibres «ENTRE» par rapport à la limite «ENTRE» de la pièce, voir tableau 120) correspondent à la partie de la tolérance du calibre basée sur l'intervalle ou l'épaisseur théorique de dent.

3 Les valeurs retenues pour  $Y$  et  $Y_1$  (correspondant au déplacement, à l'extérieur de la limite «ENTRE» de la pièce, de la limite d'usure des calibres, voir tableau 120) ont été choisies égales respectivement à la moitié de  $H$  et de  $H_1$ .

### 18.3 Dispositions particulières

**18.3.1** Après accord entre client et fabricant, des calibres de classes autres que la classe unique peuvent être créés, d'après l'ISO/R 1938 et en fonction de la classe de tolérances de la pièce à contrôler, comme indiqué dans le tableau 119.

Tableau 119 — Tolérances de fabrication des calibres — Classes autres que la classe unique

Classes de tolérance applicables aux pièces de classes	Qualités de tolérance de la pièce	Tolérances des							
		calibres tampons				calibres bagues			
		$H^*$	$E^{***}$	$Z^{**}$	$Y^{****}$	$H_1^*$	$E_1^{***}$	$Z_1^{**}$	$Y_1^{****}$
4	IT6* + IT9**	IT2	—	IT3	$\frac{IT2}{2}$	IT3	—	IT4	$\frac{IT3}{2}$
5	IT7* + IT10**	IT3	—	IT3	$\frac{IT3}{2}$	IT3	—	IT4	$\frac{IT3}{2}$
6	IT8* + IT11**	IT3	—	IT5	$\frac{IT3}{2}$	IT4	—	IT5	$\frac{IT4}{2}$
7	IT9* + IT12**	IT3	—	IT5	$\frac{IT3}{2}$	IT4	—	IT5	$\frac{IT4}{2}$

\* Tolérance basée sur le diamètre primitif.

\*\* Tolérance basée sur l'intervalle ou l'épaisseur théorique, voir la note 2 en 18.2.

\*\*\* Pour le calcul de  $E$  et  $E_1$ , voir la note 1 en 18.2.

\*\*\*\*  $Y = H/2$  et  $Y_1 = H_1/2$ , tolérance basée sur le diamètre primitif, voir la note 3 en 18.2.

\*\*\*\*\* Pour calibres «ENTRE» seulement.

**18.3.2** Pour les calibres cannelés de diamètre primitif  $D > 180$  mm, les règles de création sont les mêmes que celles énoncées ci-dessus.

Toutefois, pour la partie de la tolérance des calibres basée sur le diamètre primitif, il y a lieu de tenir compte d'un décalage, par rapport aux limites vérifiées des pièces, de la tolérance des calibres «N'ENTRE PAS» et de la limite d'usure des calibres «ENTRE».

Ce décalage dont les valeurs  $\alpha$  pour les tampons et  $\alpha_1$  pour les bagues sont données dans l'ISO/R 1938, est destiné à compenser les incertitudes de mesure des calibres.

Pièce			Calibre			
	Réelle	Effective	Méthode normalisée	Méthode A	Méthode B	Tampon «ÉTALON»
$E_{\max}$ (intervalle réel)						
			Tampon «N'ENTRE PAS», denture à secteur	Tampon «N'ENTRE PAS», denture à secteur		
			Voir 17.2.2.4			
$E_{\min}$						
$E_{v \max}$				Tampon «N'ENTRE PAS», denture complète	Tampon «N'ENTRE PAS», denture complète	
			Tampon «ENTRE», denture complète	Tampon «ENTRE», denture complète	Tampon «ENTRE», denture complète	
$E_{v \min}$						
(intervalle effectif)						
$S_{v \max}$ (épaisseur effective)						
			Bague «ENTRE», denture complète	Bague «ENTRE», denture complète	Bague «ENTRE», denture complète	Tampon «ÉTALON» à 1 pente pour bague «ENTRE» à denture complète
			Bague «N'ENTRE PAS», denture complète	Bague «N'ENTRE PAS», denture complète	Bague «N'ENTRE PAS», denture complète	
$S_{v \min}$						
$S_{\max}$						
			Voir 17.2.2.4			
			Bague «N'ENTRE PAS», denture à secteur	Bague «N'ENTRE PAS», denture à secteur		Tampon «ÉTALON» à 1 pente pour bague «N'ENTRE PAS» à denture complète
$S_{\min}$ (épaisseur réelle)						Tampon «ÉTALON» à 1 pente pour bague «N'ENTRE PAS» à denture à secteur

Tableau 120 — Positions des tolérances dimensionnelles des calibres cannelés

Tableau 121 — Valeurs des tolérances des calibres cannelés dans la classe recommandée

Tolérances en micromètres

Diamètre primitif $D$ mm	Tampons «ENTRE» et «N'ENTRE PAS»					Bagues «ENTRE» et «N'ENTRE PAS»				
	Tolérance	Intervalle circulaire théorique, $E$ (mm)				Tolérance	Épaisseur circulaire théorique, $S$ (mm)			
		$0 < E < 3$	$3 < E < 6$	$6 < E < 10$	$10 < E < 18$		$0 < S < 3$	$3 < S < 6$	$6 < S < 10$	$10 < S < 18$
$1 < D < 3$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	2 5 4 1				$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	3 5 4 1,5			
$3 < D < 10$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	2,5 5 4 1,25				$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	4 5 4 2			
$10 < D < 18$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	3 5 4 1,5	3 5 5 1,5			$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	5 5 4 2,5	5 5 5 2,5		
$18 < D < 30$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	4 5 4 2	4 5 5 2	4 5 6 2		$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	6 5 4 3	6 5 5 3	6 5 6 3	
$30 < D < 50$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	4 5 4 2	4 5 5 2	4 5 6 2	4 5 8 2	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	7 5 4 3,5	7 5 5 3,5	7 5 6 3,5	7 5 8 3,5
$50 < D < 80$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	5 5 4 2,5	5 5 5 2,5	5 5 6 2,5	5 5 8 2,5	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	8 5 4 4	8 5 5 4	8 5 6 4	8 5 8 4
$80 < D < 100$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	6 5 4 3	6 5 5 3	6 5 6 3	6 5 8 3	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	10 5 4 5	10 5 5 5	10 5 6 5	10 5 8 5
$100 < D < 120$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	6 6 4 3	6 6 5 3	6 6 6 3	6 6 8 3	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	10 6 4 5	10 6 5 5	10 6 6 5	10 6 8 5
$120 < D < 150$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	8 6 4 4	8 6 5 4	8 6 6 4	8 6 8 4	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	12 6 4 6	12 6 5 6	12 6 6 6	12 6 8 6
$150 < D < 180$	$H$ $E$ $Z$ $Y$	8 7 4 4	8 7 5 4	8 7 6 4	8 7 8 4	$H_1$ $E_1$ $Z_1$ $Y_1$	12 7 4 4	12 7 5 4	12 7 6 4	12 7 8 4
Modules normalisés correspondants (mm)										
		0,25 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75	2 2,5 3	4 5 6	8 10		0,25 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75	2 2,5 3	4 5 6	8 10

## 19 Longueur de la partie mesurante des calibres

### 19.1 Calibres «ENTRE» et «N'ENTRE PAS»

Les valeurs retenues pour la longueur minimale de la partie mesurante des calibres «ENTRE» ou «N'ENTRE PAS», cannelés ou lisses, sont celles figurant dans l'ISO 3670, *Ébauches de calibres-tampons (à assemblage conique et à trois tenons d'assemblage) et de calibres-bagues — Conception et dimensions*.

La longueur du calibre «ENTRE» à denture complète doit être conforme à l'ISO 3670. Dans le cas où la longueur en prise est supérieure à 1,5 fois la valeur donnée dans les tableaux 122 ou 123, la longueur utile des calibres-bagues ou tampons «ENTRE» devra être augmentée. Une longueur de calibre égale à 75 % de la longueur en prise est généralement suffisante. Cela devra faire l'objet d'un accord préalable entre le client et le fabricant.

NOTE — Les calibres cannelés «ENTRE» et les calibres cannelés «N'ENTRE PAS» peuvent présenter une partie non mesurante (partie cylindrique lisse ou chanfrein) destinée à faciliter l'introduction des calibres.

**Tableau 122 — Partie mesurante des bagues — Longueur minimale**

Dimensions en millimètres

Diamètre primitif des cannelures $D$	Longueur minimale des bagues cannelées ou lisses	
	ENTRE	N'ENTRE PAS
$1 < D \leq 2,5$	6	4
$2,5 < D \leq 5$	10	5
$5 < D \leq 10$	12	8
$10 < D \leq 15$	14	10
$15 < D \leq 20$	16	12
$20 < D \leq 25$	18	14
$25 < D \leq 32$	20	16
$32 < D \leq 40$	24	18
$40 < D \leq 50$	32	20
$50 < D \leq 60$	32	20
$60 < D \leq 70$	32	24
$70 < D \leq 80$	32	24
$80 < D \leq 90$	32	24
$90 < D \leq 100$	32	24
$100 < D \leq 110$	40	24
$110 < D \leq 120$	40	24
$120 < D \leq 140$	45	24
$140 < D \leq 180$	50	30

**Tableau 123 — Partie mesurante des tampons — Longueur minimale**

Dimensions en millimètres

Diamètre primitif des cannelures $D$	Longueur minimale des tampons cannelés ou lisses	
	ENTRE	N'ENTRE PAS
$1 < D \leq 3$	6,5	4,5
$3 < D \leq 6$	8	6
$6 < D \leq 10$	10	7
$10 < D \leq 14$	12	8
$14 < D \leq 18$	14	10
$18 < D \leq 24$	16	12
$24 < D \leq 30$	18	14
$30 < D \leq 40$	20	15
$40 < D \leq 50$	25	18
$50 < D \leq 65$	30	18
$65 < D \leq 80$	35	25
$80 < D \leq 90$	35	25
$90 < D \leq 95$	35	25
$95 < D \leq 100$	35	25
$100 < D \leq 110$	35	25
$110 < D \leq 120$	40	25
$120 < D \leq 140$	45	30
$140 < D \leq 180$	50	30

### 19.2 Tampons «ÉTALONS»

#### 19.2.1 Étalon «ENTRE»

La longueur de la partie mesurante du tampon étalon «ENTRE» doit être déterminée en tenant compte du cumul des éléments suivants :

- une longueur d'introduction, correspondant à la longueur minimale de la partie mesurante de la bague «ENTRE» à vérifier;
- une longueur de vérification, fonction de la pente sur flancs homologues du tampon étalon «ENTRE» (voir 17.7.1.2) et de l'étendue de la tolérance dimensionnelle de la bague «ENTRE» à vérifier;
- une longueur d'usure, fonction de la pente sur flancs homologues du tampon étalon «ENTRE» et de l'étendue de la tolérance d'usure de la bague «ENTRE» à vérifier.

### 19.2.2 Étalon «N'ENTRE PAS»

La longueur de la partie mesurante du tampon étalon «N'ENTRE PAS» à denture complète ou à secteur, doit être déterminée en tenant compte du cumul des éléments suivants :

- a) une longueur d'introduction, correspondant à la longueur minimale de la partie mesurante de la bague «N'ENTRE PAS» à vérifier;
- b) une longueur de vérification, fonction de la pente sur flancs homologues du tampon étalon «N'ENTRE PAS» et de l'étendue de la tolérance dimensionnelle de la bague «N'ENTRE PAS» à vérifier.

### 19.3 Calibres cannelés de diamètre primitif $D > 180$ mm

Pour les calibres cannelés de diamètre primitif  $D > 180$  mm, il est conseillé de choisir une longueur mesurante égale à

- 30 % du diamètre primitif pour les calibres «ENTRE»;
- 20 % du diamètre primitif pour les calibres «N'ENTRE PAS».

## 20 Poignées des tampons cannelés

Les poignées à prévoir pour les tampons cannelés sont celles couramment admises dans l'ISO 3670, pour les calibres lisses ou filetés de dimensions analogues.

Les tampons de diamètre primitif  $D \leq 50$  mm peuvent être monobloc.

## 21 Valeurs des tolérances de forme des calibres cannelés

Les erreurs de forme contrôlées sur les calibres cannelés sont les mêmes que celles contrôlées sur les pièces, c'est-à-dire :

- erreur totale de division;
- erreur totale de profil;
- erreur totale de pas hélicoïdal.

Les valeurs admises pour maintenir les erreurs de forme sont celles indiquées dans le tableau 124 (quelle que soit la précision du calibre).

NOTE — Les calibres cannelés «ENTRE» peuvent présenter une partie cylindrique lisse, soigneusement usinée, destinée au contrôle éventuel du faux-rond de la denture du calibre et de celui du produit (après montage de la pièce sur le calibre).

Tableau 124 — Tolérances de forme des calibres cannelés

Tolérances en micromètres

Diamètre primitif $D$ mm	Erreur totale de profil (voir 23.2.2)	Erreur totale de division (voir 23.2.1)	Erreur totale de pas hélicoïdal pour longueur de la partie mesurante du calibre		Battement radial (voir la note)	
			inférieure ou égale à 25 mm (voir 23.2.3)	supérieure à 25 mm (voir 23.2.3)	Bague	Tampon
$D \leq 100$	5	5	3	5	10	7
$100 < D \leq 150$	5	8	3	5	15	10
$150 < D \leq 180$	5	10	—	5	15	10

NOTE — Vérification effectuée par rapport à la ligne des centres pour les tampons et par rapport à une bande cylindrique sur l'extérieur pour les bagues. Le cumul des erreurs de profil, de division et de pas hélicoïdal (erreur globale de forme des calibres) est donné par la valeur  $E$  ou  $E_1$  (voir note 1 en 18.2).

### 21.1 Cumul des erreurs de forme

Le cumul des erreurs de forme des calibres doit être considéré de la façon suivante (voir figure 18).

- Sur le cercle de contrôle, l'enveloppe de l'erreur totale du profil, mesurée sur  $360^\circ$  et définie par l'arc AB, doit se situer toujours à l'intérieur de l'enveloppe de l'erreur totale de division, mesurée sur  $360^\circ$  et définie par l'arc CD.
- L'erreur de pas hélicoïdal doit être vérifiée en dehors des considérations liées aux erreurs nommées ci-dessus, sur toute la longueur mesurante du calibre au niveau du cercle de contrôle.

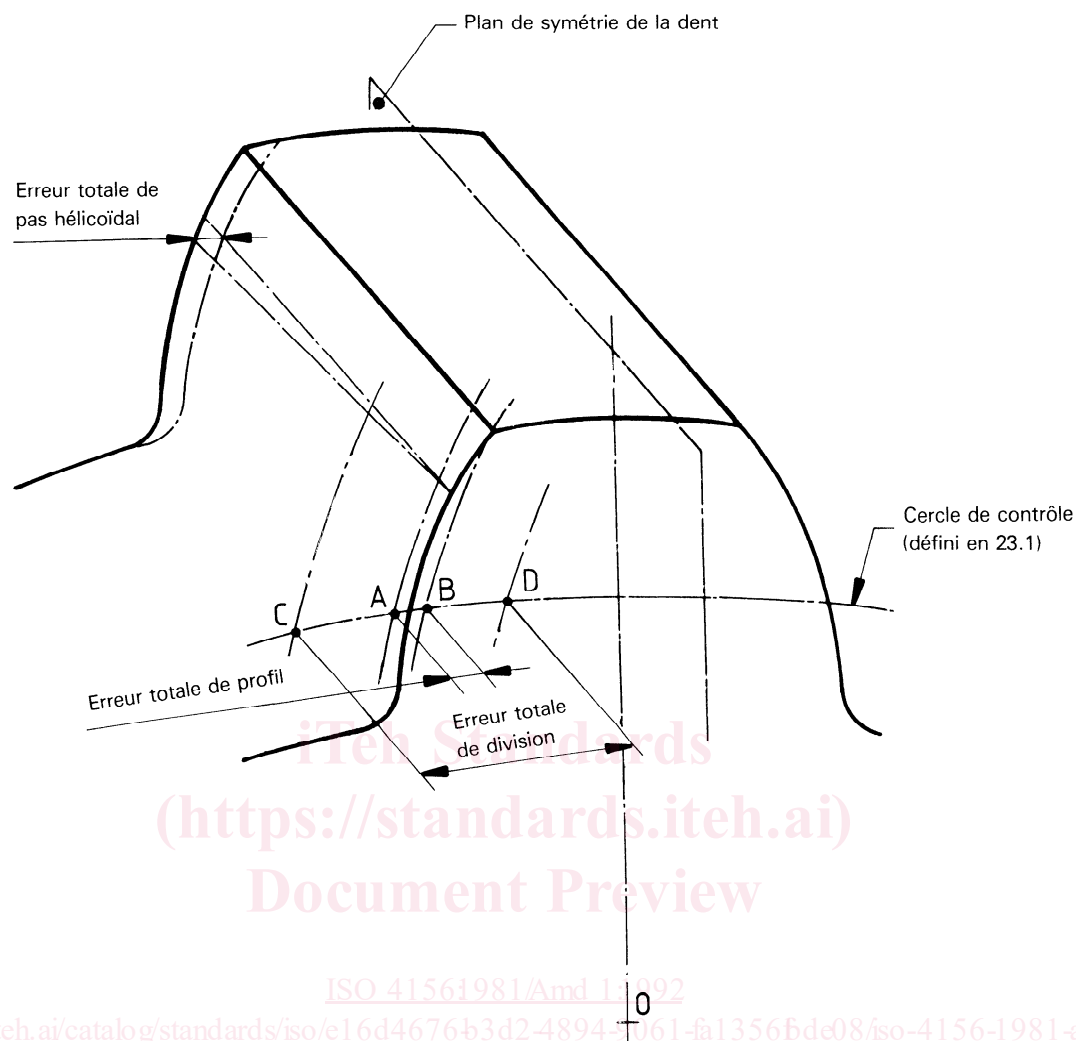


Figure 18 — Cumul des erreurs de forme des calibres

## 21.2 Calibres cannelés de diamètre primitif $D > 180$ mm

Pour les calibres cannelés de diamètre primitif  $D > 180$  mm, il est conseillé de choisir pour les erreurs de forme admises les valeurs suivantes :

- erreur totale de profil :  $7 \mu\text{m}$
- erreur totale de division :  $12 \mu\text{m}$
- erreur totale de pas hélicoïdal :  $8 \mu\text{m}$

Pour le cumul des erreurs de forme, voir 21.1.

## 22 Dimensions, désignation et gravure des calibres

Les dimensions, désignation et gravure des calibres sont indiquées de 22.1 à 22.3.