

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
60356**

Première édition  
First edition  
1971-01

---

---

**Dimensions des collecteurs et des bagues**

**Dimensions for commutators and slip-rings**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60356: 1971

## **Numéros des publications**

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## **Publications consolidées**

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## **Validité de la présente publication**

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- Catalogue des publications de la CEI  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- Bulletin de la CEI  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI et comme périodique imprimé

## **Terminologie, symboles graphiques et littéraux**

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VIE)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## **Numbering**

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## **Consolidated publications**

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## **Validity of this publication**

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- IEC web site\*
- Catalogue of IEC publications  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- IEC Bulletin  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## **Terminology, graphical and letter symbols**

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI  
IEC  
**60356**

Première édition  
First edition  
1971-01

## Dimensions des collecteurs et des bagues

## Dimensions for commutators and slip-rings

© IEC 1971 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

L

*Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE .....	4
PRÉFACE .....	4
Articles	
SECTION UN — RECOMMANDATION CONCERNANT LES BARRES POUR LAMES DE COLLECTEUR	
1. Domaine d'application .....	6
2. Matière .....	6
3. Dimensions principales de la section de la lame .....	8
4. Tolérances .....	10
5. Longueur et tolérances de longueur .....	18
6. Etat de surface .....	18
7. Informations demandées lors d'une commande .....	20
SECTION DEUX — SÉRIES DE VALEURS RECOMMANDÉES POUR LES DIAMÈTRES DE COLLECTEUR ET LES HAUTEURS DES BARRES BRUTES POUR LAMES DE COLLECTEUR	
8. Diamètres nominaux des collecteurs finis (en millimètres) .....	20
9. Hauteurs des barres brutes pour lames de collecteur (en millimètres) .....	22
SECTION TROIS — SÉRIES DE VALEURS RECOMMANDÉES POUR LES DIAMÈTRES DE BAGUES	
10. Diamètres nominaux des bagues finies (en millimètres) .....	22

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60356-191

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5

Clause

### SECTION ONE — RECOMMENDATION FOR BARS FOR COMMUTATOR SEGMENTS

1. Scope .....	7
2. Material .....	7
3. Main dimensions of the cross-section of the segment .....	9
4. Tolerances .....	11
5. Length and length tolerances .....	19
6. Surface condition .....	19
7. Information required on orders .....	21

### SECTION TWO — RECOMMENDED SERIES OF VALUES FOR COMMUTATOR DIAMETERS AND HEIGHTS OF RAW MATERIAL FOR COMMUTATOR BARS

8. Nominal diameters of finished commutators, in millimetres .....	21
9. Heights of raw material of commutator bars, in millimetres .....	23

### SECTION THREE — RECOMMENDED SERIES OF VALUES FOR SLIP-RING DIAMETERS

10. Nominal diameters of finished slip-rings, in millimetres .....	23
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DIMENSIONS DES COLLECTEURS ET DES BAGUES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 2F: Dimensions des balais de charbon, des porte-balais, des collecteurs et des bagues, du Comité d'Etudes N°.2 de la CEI: Machines tournantes.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Tokyo en 1965 et à Baden-Baden en 1967. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1968. Un projet modifié fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1970

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Norvège
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Iran	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DIMENSIONS FOR COMMUTATORS AND SLIP-RINGS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 2F, Dimensions of Carbon Brushes, Brush-holders, Commutators and Slip-rings, of IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery.

Drafts were discussed at the meetings held in Tokyo in 1965 and in Baden-Baden in 1967. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1968. An amended draft was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1970.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Poland
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Germany	Switzerland
Iran	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom

## DIMENSIONS DES COLLECTEURS ET DES BAGUES

### SECTION UN — RECOMMANDATION CONCERNANT LES BARRES POUR LAMES DE COLLECTEUR

#### 1. Domaine d'application

Cette recommandation concerne les barres de cuivre pour lames de collecteur des machines électriques tournantes, à l'exception:

- a) des lames pour collecteurs plats;
- b) des lames n'ayant pas de côtés plats.

#### 2. Matière

La matière peut être de trois types comme indiqué dans le tableau I.

TABLEAU I

Spécification	Matière 1	Matière 2	Matière 3
Composition Cu (+Ag)% Ag%	Min. 99,90	Min. 99,90 0,06 – 0,10	Min. 99,88 0,08 – 0,12
Dureté kgf/mm <sup>2</sup> HV HB	85 – 110 80 – 105	85 – 110 80 – 105	85 – 110 80 – 105

*Note.* — Le fournisseur est appelé à fournir les nuances suivantes conformément aux recommandations ISO/R 1336 et R 1337.

*Matière 1:* Cu-ETP (cuivre électrolytique non désoxydé)  
Cu-FRHC (cuivre affiné à haute conductibilité)  
Cu-OF (cuivre exempt d'oxygène).

*Matières 2:* Cu-LSTP (cuivre non désoxydé à basse teneur en argent)  
*et 3:* Cu-OFS (cuivre exempt d'oxygène à l'argent).

La dureté doit être normalement mesurée, suivant la Publication ISO R399 (Vickers), à l'intérieur de la surface hachurée, montrée dans la figure 1.

Par accord, seule la méthode Brinell, suivant la Publication ISO R403, est utilisée sur le côté de la lame.

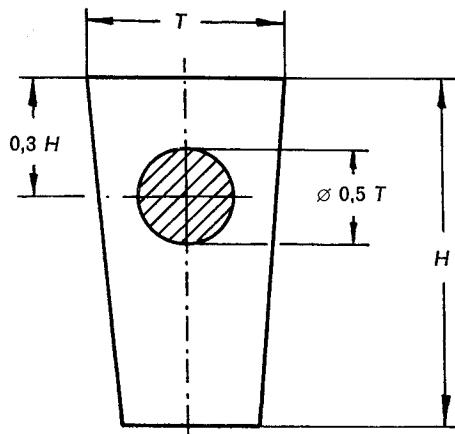


FIG. 1. — Surface pour la mesure de dureté Vickers.

## DIMENSIONS FOR COMMUTATORS AND SLIP-RINGS

### SECTION ONE — RECOMMENDATION FOR BARS FOR COMMUTATOR SEGMENTS

#### 1. Scope

This Recommendation covers copper bars for commutator segments for rotating electrical machines with the exception of:

- a) segments for flat commutators;
- b) segments not having flat sides.

#### 2. Material

The material may be of three types as shown in Table I.

TABLE I

Specification	Material 1	Material 2	Material 3
Composition Cu (+Ag)% Ag%	Min. 99.90 0.06 – 0.10	Min. 99.90 0.06 – 0.10	Min. 99.88 0.08 – 0.12
Hardness kgf/mm <sup>2</sup> HV HB	85 – 110 80 – 105	85 – 110 80 – 105	85 – 110 80 – 105

*Note.* — The manufacturer may supply the following grades in accordance with ISO Recommendations R 1336 and R 1337.

*Material 1:* Cu-ETP (electrolytic tough pitch copper)  
Cu-FRHC (fire refined high conductivity copper)  
Cu-OF (oxygen free copper).

*Materials 2:* Cu-LSTP (low silver bearing tough pitch copper)  
*and 3:* Cu-OFS (oxygen free silver bearing copper).

Hardness shall normally be measured in accordance with ISO Publication R399 (Vickers) within the cross-hatched area shown in Figure 1.

By agreement, only the Brinell method, in accordance with ISO Publication R403 may be used on the side of the segment.

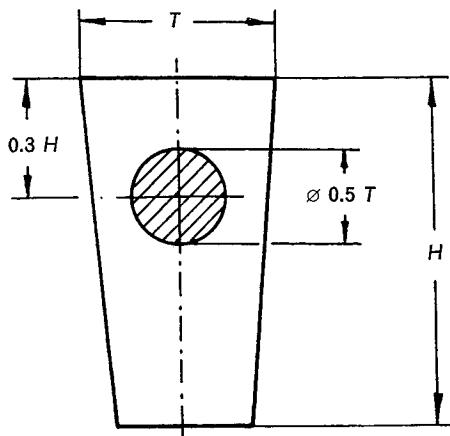


FIG. 1. — Measuring area for Vickers hardness.

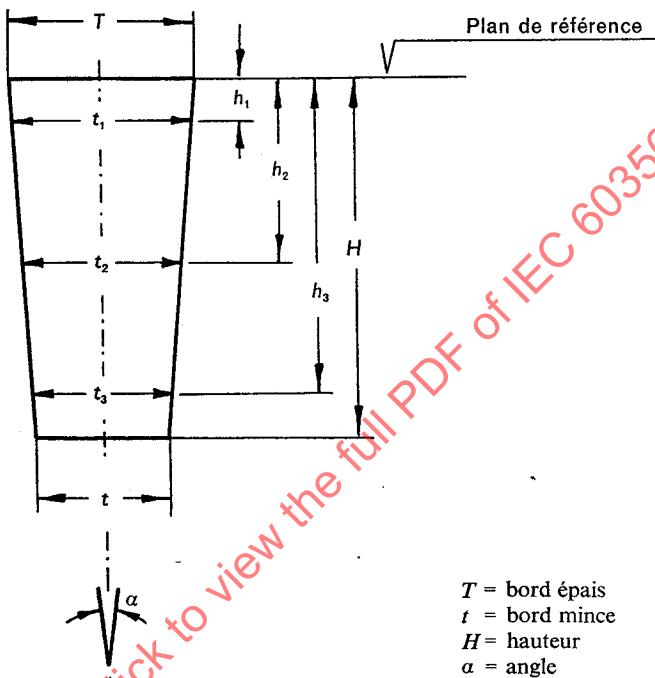
### 3. Dimensions principales de la section de la lame

- 3.1 Les prescriptions dimensionnelles de la présente recommandation s'appliquent seulement aux lames de collecteur ayant des dimensions répondant aux conditions suivantes:

$$T \leq 10 \text{ mm} \quad 10 \text{ mm} \leq H \leq 125 \text{ mm} \quad H/t \leq 50$$

Un accord entre fournisseur et acheteur sera établi pour les lames sortant de ces dimensions.

- 3.2 La figure 2 montre les dimensions principales d'une lame. Pour le contrôle, les épaisseurs  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$  sont mesurées aux distances  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_3$  à partir du plan de référence. Le tableau II indique les distances  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_3$  à utiliser pour les lames de différentes hauteurs  $H$ .



$T$  = bord épais  
 $t$  = bord mince  
 $H$  = hauteur  
 $\alpha$  = angle

FIG. 2. — Dimensions principales de la section d'une lame et emplacements de mesure pour l'épaisseur et la forme. Le plan de référence est perpendiculaire à l'axe de symétrie de la section et passe par son point le plus haut.

TABLEAU II

*Distances, en millimètres, entre le plan de référence et les différents plans de mesures*

$H$	$h_1$	$h_2$	$h_3$
10	3	5	7
11,2	3	6	9
12,5	3	6	9
14	3	7	11
16	3	8	13
18	3	9	15
20	3	10	17
22,4	3	11	19
25	3	12	21
28	3	14	25
31,5	3	15	27
35,5	3	17	31

$H$	$h_1$	$h_2$	$h_3$
40	6	20	34
45	6	23	40
50	6	25	44
56	6	28	50
63	6	32	58
71	6	36	66
80	6	40	74
90	6	45	84
100	6	50	94
112	6	56	106
125	6	63	120

### 3. Main dimensions of the cross-section of the segment

- 3.1 The dimensional requirements of this Recommendation apply only to commutator bars within the following size ranges:

$$T \leq 10 \text{ mm} \quad 10 \text{ mm} \leq H \leq 125 \text{ mm} \quad H/t \leq 50$$

For bars outside these ranges agreement may be reached between purchaser and supplier.

- 3.2 Figure 2 shows the main dimensions for a segment. For control purposes, thicknesses  $t_1$ ,  $t_2$  and  $t_3$  are measured at distances  $h_1$ ,  $h_2$  and  $h_3$  from the reference plane. The distances  $h_1$ ,  $h_2$  and  $h_3$  for bars of different heights  $H$ , shall be as shown in Table II.

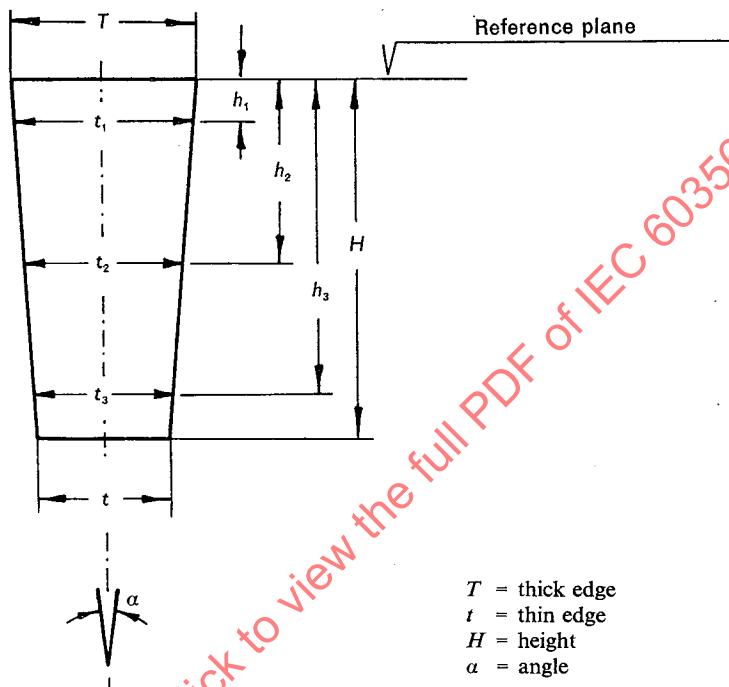


FIG. 2. — Main dimensions of the cross-section of the segment and measuring positions for thickness and form. The reference plane is perpendicular to the line of symmetry of the section and passes through its highest point.

TABLE II

*Distances between the reference plane and the different measuring planes, in millimetres*

$H$	$h_1$	$h_2$	$h_3$
10	3	5	7
11.2	3	6	9
12.5	3	6	9
14	3	7	11
16	3	8	13
18	3	9	15
20	3	10	17
22.4	3	11	19
25	3	12	21
28	3	14	25
31.5	3	15	27
35.5	3	17	31

$H$	$h_1$	$h_2$	$h_3$
40	6	20	34
45	6	23	40
50	6	25	44
56	6	28	50
63	6	32	58
71	6	36	66
80	6	40	74
90	6	45	84
100	6	50	94
112	6	56	106
125	6	63	120

Si la hauteur  $H$  n'est pas trouvée dans le tableau II, page 8, on utilisera les distances  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_3$  correspondant à la valeur inférieure la plus proche de  $H$ .

### 3.3 Hauteur ( $H$ )

La hauteur  $H$  devra en premier lieu être choisie dans la série R 20 (voir première colonne du tableau II). Si, dans des cas exceptionnels, des valeurs intermédiaires doivent être adoptées, elles seront choisies dans la série R 40. (Les séries R 20 et R 40 sont données dans la Publication ISO R3.)

## 4. Tolérances

Les tolérances d'épaisseur et de forme sont divisées en deux classes de tolérances, conformément au paragraphe 4.3.2. Les tolérances concernant la hauteur, la planéité et le voile, ainsi que les prescriptions d'état de surface, sont les mêmes pour les deux classes. L'article 5 donne les tolérances sur la longueur.

### 4.1 Forme du bord épais

Le bord épais peut être commandé soit:

- a) convexe; soit
- b) plat,

avec les tolérances suivantes.

#### 4.1.1 Bord épais convexe

Sur toute section:

- a) Le point le plus haut doit se trouver entre  $\pm 0,2 T$  à partir de l'axe de symétrie.
- b) Le reste du contour doit se trouver à 1 mm au maximum à l'intérieur d'une portion de circonference. Cette circonference aura un rayon de  $R = \frac{180 T}{\alpha \pi}$ , passera par le point le plus haut et son centre se trouvera sur l'axe de symétrie.
- c) La courbure au point le plus haut doit avoir un rayon  $r$ , au moins égal à la valeur la plus petite: 2 mm ou  $0,5 T$ .

La figure 3 a été dessinée pour ces trois règles.

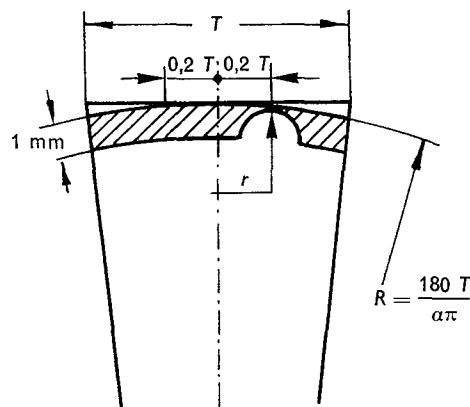


FIG. 3. — Tolérances de forme du bord épais convexe.

If the actual height  $H$  is not to be found in Table II, page 9, the distances  $h_1$ ,  $h_2$  and  $h_3$  to be used are those for the next lower value of  $H$ .

### 3.3 Height ( $H$ )

The height  $H$ , is to be selected in the first place from the R 20 series (see first column of Table II). If, in exceptional cases, intermediate values have to be adopted these shall be selected from the R 40 series. (The R 20 and R 40 series are given in ISO Publication R3.)

## 4. Tolerances

The thickness and form tolerances are divided into two tolerance classes according to Sub-clause 4.3.2. The tolerances for height, straightness and twist as well as the surface-finish requirements are the same for both classes. For length tolerances see Clause 5.

### 4.1 Shape of thick edge

The thick edge may be ordered either:

- a) convex; or
- b) flat,

within the following tolerances.

#### 4.1.1 Convex thick edge

On any section:

- a) The highest point shall be within  $\pm 0.2 T$  of the line of symmetry.
- b) The remainder of the contour shall lie under not more than 1 mm on the inside of part of the circumference; this circumference shall have a radius of  $R = \frac{180 T}{\alpha \pi}$ ; its centre shall lie on the line of symmetry and it shall pass through the highest point.
- c) The curvature at the highest point shall have a radius  $r$ , not less than 2 mm or 0.5  $T$ , whichever is the smaller.

Figure 3 has been drawn on the basis of these three rules.

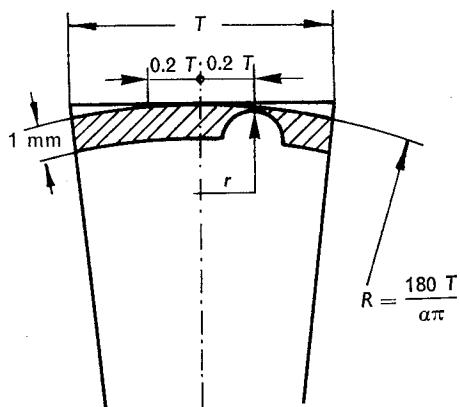


FIG. 3. — Tolerance on shape of the convex thick edge.

#### 4.1.2 *Bord épais plat*

Sur toute section:

- a) Le contour du bord épais ne doit pas être à plus de 1 mm du plan de référence.
- b) L'abattage des angles ne doit pas dépasser 10% de l'épaisseur « $t_1$ » (voir figure 2, page 8), pourvu que l'abattage permis ne soit pas inférieur à 0,2 mm, ni supérieur à 1 mm (voir figure 4).

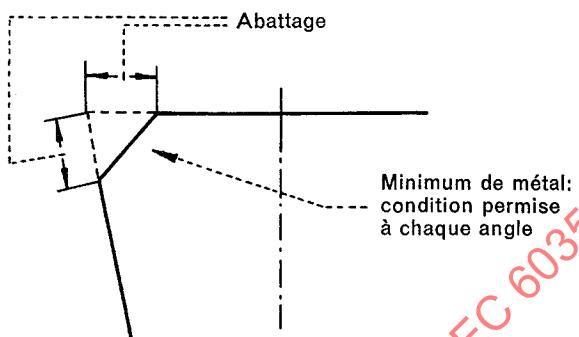


FIG. 4. — Tolérances sur l'abattage des angles.

#### 4.2 *Forme du bord mince*

Sur toute section:

Le contour du bord mince doit se trouver à moins de 1 mm ou  $0,5 t$ , (la valeur la plus petite étant applicable) d'une ligne perpendiculaire à l'axe de symétrie et passant par le point le plus bas (voir figure 5).

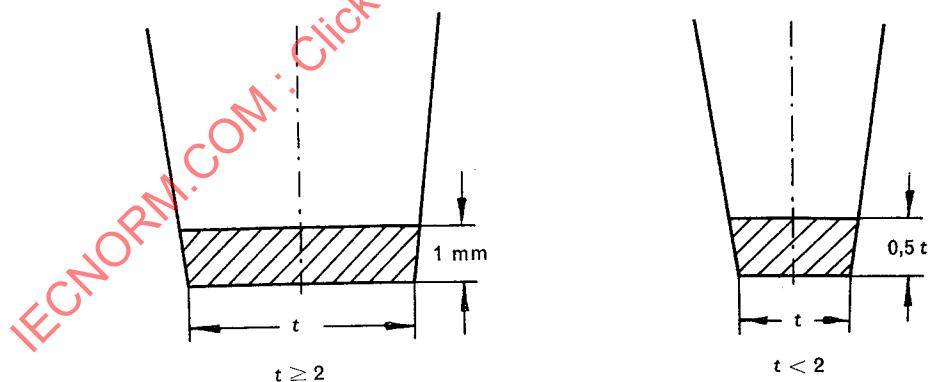


FIG. 5. — Tolérances de forme du bord mince.

#### 4.3 *Tolérances d'épaisseur et de forme*

Il est recommandé que l'acheteur fournit un calibre mâle. Il est désirable que le fournisseur et l'acheteur utilisent les mêmes techniques de mesure.

Les tolérances exigées pour l'épaisseur et la forme doivent être satisfaites en même temps.

L'application des tolérances de forme signifie que seulement une partie des tolérances d'épaisseur est disponible pour les variations de forme ou d'angle  $\alpha$ .

#### 4.1.2 Flat thick edge

On any section:

- a) The contour of the thick edge shall not be more than 1 mm from the reference plane.
- b) Any loss of sharpness at the corners shall not exceed 10% of the thickness at " $t_1$ " (see Figure 2, page 9), provided that the loss of sharpness allowed is not less than 0.2 mm and not more than 1 mm (see Figure 4).

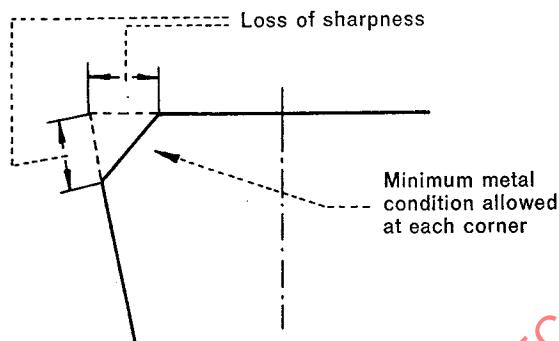


FIG. 4. — Tolerance on sharpness of corners.

#### 4.2 Shape of thin edge

On any section:

The contour of the thin edge shall not be more than 1 mm or  $0.5 t$ , whichever is the smaller, from a line normal to the line of symmetry and passing through the lowest point (see Figure 5).

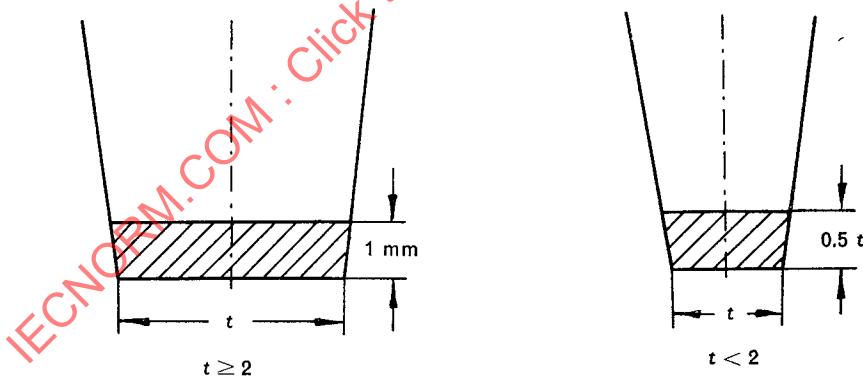


FIG. 5. — Tolerance on shape of the thin edge.

#### 4.3 Thickness and form tolerances

It is recommended that the purchaser supply a male gauge. It is desirable that purchaser and supplier use the same measuring techniques.

The requirements of both the thickness and the form tolerances shall be satisfied at the same time.

The application of the form tolerance means that the entire thickness tolerance is not available for form and angle  $\alpha$  deviations.

#### 4.3.1 Tolérances d'épaisseur

Les épaisseurs mesurées aux positions  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_3$  (voir figure 2 et tableau II, page 8) doivent être conformes à l'épaisseur, aux mêmes positions, du calibre mâle ou à l'épaisseur nominale à ces positions, avec les tolérances données dans la figure 6 et le tableau III, ci-dessous.

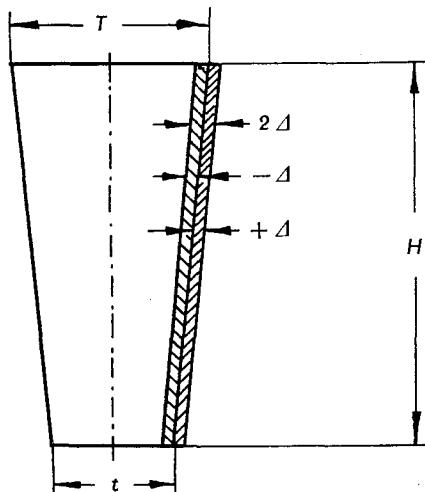


FIG. 6. — Tolérances d'épaisseur.

TABLEAU III

Angle $\alpha^\circ$	Nombre de lames par collecteur	Tolérances sur l'épaisseur $\Delta$ $\mu\text{m}$			
		$H \leq 80 \text{ mm}$		$H > 80 \text{ mm}$	
		Tolérances classe 1	Tolérances classe 2	Tolérances classe 1	Tolérances classe 2
> 3,6	< 99	± 32	± 50	± 40	± 63
≤ 3,6 et > 1,8	100 – 199	± 25	± 40	± 32	± 50
≤ 1,8	> 200	± 20	± 32	± 25	± 40

#### 4.3.2 Tolérances de forme

La forme des côtés est vérifiée par comparaison avec les variations d'épaisseur nominale (voir paragraphe 4.3.1) conformément à la figure 7 et au tableau IV, page 16. Les conditions suivantes doivent être remplies:

$$\begin{aligned} \Delta_1 - \Delta_3 &\leq \Delta_F && \text{— variation de l'angle} \\ \Delta_2 - \Delta_1 &\leq \Delta_F \\ \Delta_2 - \Delta_3 &\leq \Delta_F \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{— convexité et concavité} \end{array} \right.$$

où:

$\Delta_1$  = variation de  $t_1$  à partir de l'épaisseur nominale

$\Delta_2$  = variation de  $t_2$  à partir de l'épaisseur nominale

$\Delta_3$  = variation de  $t_3$  à partir de l'épaisseur nominale.

En plus, si spécifié par l'acheteur, il peut être demandé que  $\Delta_1 - \Delta_3$  soit nul ou négatif, ce qui implique que l'angle  $\alpha$  n'est jamais plus grand que l'angle nominal. S'il est demandé que le départ de l'axe de symétrie de la section soit matérialisé par une ligne droite, le fournisseur et l'acheteur doivent s'entendre sur une méthode de mesure.

#### 4.3.1 Thickness tolerance

The thicknesses measured at positions  $h_1$ ,  $h_2$  and  $h_3$  (see Figure 2 and Table II, page 9) shall not deviate from the thickness at the same positions on the male gauge or from the nominal thickness at these positions by more than the tolerances shown in Figure 6 and Table III below.

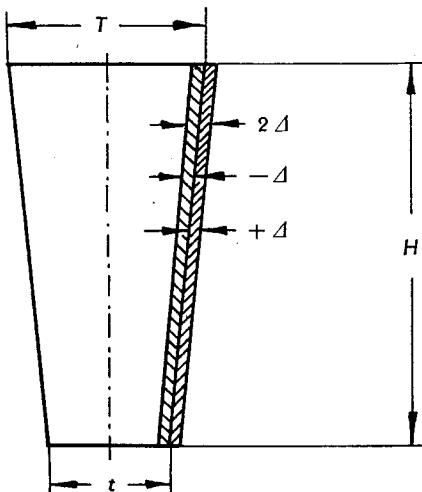


FIG. 6. — Thickness tolerance.

TABLE III

Angle $\alpha^\circ$	Number of segments per commutator	Thickness tolerance $\Delta$ $\mu\text{m}$			
		$H \leq 80 \text{ mm}$		$H > 80 \text{ mm}$	
		Tolerance Class 1	Tolerance Class 2	Tolerance Class 1	Tolerance Class 2
> 3.6	< 99	$\pm 32$	$\pm 50$	$\pm 40$	$\pm 63$
$\leq 3.6$ to $> 1.8$	100 – 199	$\pm 25$	$\pm 40$	$\pm 32$	$\pm 50$
$\leq 1.8$	> 200	$\pm 20$	$\pm 32$	$\pm 25$	$\pm 40$

#### 4.3.2 Form tolerance

The form of the sides is checked by reference to the deviations of thickness from its nominal value (see Sub-clause 4.3.1) in accordance with Figure 7 and Table IV, page 17. The following conditions shall be met:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta_1 - \Delta_3 \leq \Delta_F \\ \Delta_2 - \Delta_1 \leq \Delta_F \\ \Delta_2 - \Delta_3 \leq \Delta_F \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{— deviation of angle} \\ \text{— convexity/concavity} \end{array}$$

where:

$\Delta_1$  = deviation of  $t_1$  from nominal thickness

$\Delta_2$  = deviation of  $t_2$  from nominal thickness

$\Delta_3$  = deviation of  $t_3$  from nominal thickness

In addition, if specified by the purchaser, it may be required that  $\Delta_1 - \Delta_3$  is zero or negative; this ensures that the angle  $\alpha$  is never greater than the nominal angle. If it is required to detect the deviation of the symmetry line of the cross section from the straight, a method of measurement shall be agreed between the purchaser and the supplier.

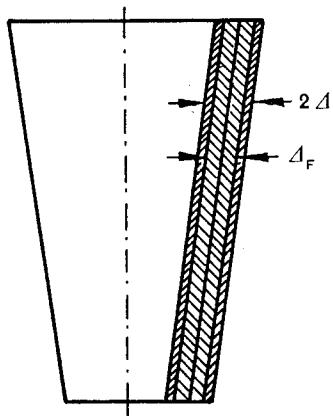


FIG. 7. — Tolérances de forme des côtés.

TABLEAU IV  
*Tolérances de forme*

Tolérance de forme $\Delta_F$ μm			
$H \leq 80$		$H > 80$	
Tolérance classe 1	Tolérance classe 2	Tolérance classe 1	Tolérance classe 2
20	32	25	40

#### 4.4 *Tolérances de hauteur*

Pour  $H \leq 80$  mm:  $\pm 0,5$  mm

Pour  $H > 80$  mm:  $\pm 1,0$  mm.

#### 4.5 *Tolérances sur la planéité et le voilage*

4.5.1 Les déformations des faces latérales et des bords doivent répondre aux deux conditions suivantes:

- Les déformations mesurées entre deux points séparés, dans le sens longitudinal de la barre, par une distance de 100 mm, ne doivent pas excéder 0,1 mm. Si la longueur de la barre est inférieure à 100 mm, les déformations ne doivent pas excéder 0,1% de la longueur.
- Les déformations mesurées entre deux points séparés, dans le sens longitudinal de la barre, par une distance de 500 mm, ne doivent pas excéder 0,5 mm.

#### 4.5.2 *Voile*

Le voile d'une face latérale est défini comme la déformation à un angle de cette face par rapport au plan passant par les trois autres angles (voir figure 8, page 18).

- Pour les barres de longueur inférieure ou égale à 100 mm, le voile maximal admissible est de 0,5% de la longueur, indépendamment de la hauteur.
- Pour les barres d'une longueur supérieure à 100 mm, le voile maximal admissible, indépendamment de la hauteur, est de:
  - 0,5 mm pour toute longueur de 100 mm; et
  - 2,5 mm pour toute longueur de 500 mm.
- Le voile maximal permis d'une face latérale par 500 mm de longueur de lame est de 2,5 mm.

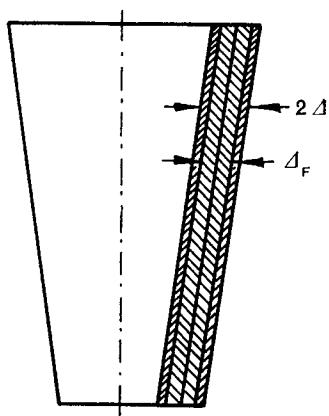


FIG. 7. — Form tolerance for the sides.

TABLE IV  
*Form tolerance*

Form tolerance $\Delta_F$ μm			
$H \leq 80$		$H > 80$	
Tolerance Class 1	Tolerance Class 2	Tolerance Class 1	Tolerance Class 2
20	32	25	40

#### 4.4 Height tolerance

For  $H \leq 80$  mm:  $\pm 0.5$  mm

For  $H > 80$  mm:  $\pm 1.0$  mm.

#### 4.5 Straightness and twist tolerances

4.5.1 The following two straightness requirements shall be fulfilled for side-face bow and edge bow.

- The deviation from straightness measured between two points, 100 mm apart, located in the longitudinal direction of the bar shall not exceed 0.1 mm. If the length of the bar is less than 100 mm the deviation shall not exceed 0.1% of the length.
- The deviation from the straightness measured between two points, 500 mm apart, located in the longitudinal direction of the bar shall not exceed 0.5 mm.

#### 4.5.2 Twist

The twist of the side-face is defined as the deviation of one of the corners of this face from a plane passing through the other three corners (see Figure 8, page 19).

- For bars up to 100 mm long, the maximum permissible twist is 0.5% of the length irrespective of the height.
- For bars over 100 mm long, the maximum permissible twist, irrespective of height, is:
  - 0.5 mm for any 100 mm portion of the length; and
  - 2.5 mm for any 500 mm portion of the length.
- The maximum permissible twist of the side per 500 mm bar length is 2.5 mm.

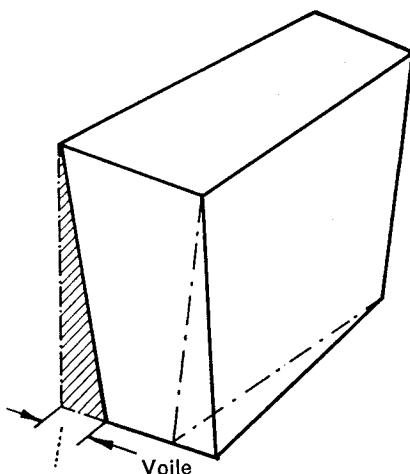


FIG. 8. — Voile d'une face latérale.

##### 5. Longueur et tolérances de longueur

Les lames doivent être fournies en longueurs conformes à l'un des trois cas suivants.

###### 5.1 Longueur de lame fixée avec une tolérance de $\pm 1$ mm.

Les extrémités doivent être coupées d'équerre avec les bords de la lame. L'écart de la surface des extrémités par rapport à l'angle droit ne doit pas excéder 0,01 mm par millimètre de hauteur.

###### 5.2 Longueur de barre égale à un multiple $N$ d'une longueur de lame (avec une marge pour le coupage) cela sera spécifié par l'acheteur, la tolérance sur la longueur hors tout des barres étant:

jusqu'à 3 000 mm:  $^{+8}_{-0}$  mm.

Des longueurs au-dessus de 3 000 mm peuvent être fournies après entente préalable.

###### 5.3 Longueurs laminées

Si spécifié, elles seront fournies suivant le tableau V.

TABLEAU V  
*Fourniture de longueurs laminées*

Longueur de barres m	Nombre de barres dans la fourniture en pour-cent
< 1	0
1 à < 2	Max. 40
2 à 4	Min. 60

##### 6. Etat de surface

Les barres seront propres, unies et sans défauts nuisibles. Si la fourniture est faite par longueurs de lames, les bavures de coupage doivent être enlevées par le fournisseur.