

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60404-9

Première édition
First edition
1987-09

Matériaux magnétiques

Partie 9:

Méthodes de détermination des caractéristiques
géométriques des tôles magnétiques en acier

Magnetic materials

Part 9:

Methods of determination of the geometrical
characteristics of magnetic steel sheet and strip



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60404-9: 1987

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* (IEV).

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**

60404-9

Première édition
First edition
1987-08

Matériaux magnétiques

Partie 9:

Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier

Magnetic materials

Part 9:

Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip

© IEC 1987 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE.....	4
PREFACE.....	4
 Articles	
1. Objet et domaine d'application	6
2. Définitions	6
2.1 Planéité (facteur d'ondulation).....	6
2.2 Courbure résiduelle	6
2.3 Rectitude.....	6
2.4 Déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes	6
2.5 Hauteur de bavure	6
3. Méthodes d'essai.....	8
3.1 Planéité	8
3.1.1 Epreuve	8
3.1.2 Mode opératoire	8
3.2 Courbure résiduelle	8
3.2.1 Epreuve	8
3.2.2 Mode opératoire	8
3.3 Rectitude.....	8
3.3.1 Epreuve	8
3.3.2 Mode opératoire	8
3.4 Déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes	8
3.4.1 Epreuve	8
3.4.2 Mode opératoire	10
3.5 Hauteur de bavure	10
3.5.1 Epreuve	10
3.5.2 Mode opératoire	10
4. Rapport d'essai.....	12
 Figures	 14

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
1. Scope and field of application	7
2. Definitions	7
2.1 Flatness (wave factor)	7
2.2 Residual curvature	7
2.3 Edge camber	7
2.4 Deviation from the shearing line due to internal stresses	7
2.5 Burr height	7
3. Test methods	9
3.1 Flatness	9
3.1.1 Test specimen	9
3.1.2 Measuring procedure	9
3.2 Residual curvature	9
3.2.1 Test specimen	9
3.2.2 Measuring procedure	9
3.3 Edge camber	9
3.3.1 Test specimen	9
3.3.2 Measuring procedure	9
3.4 Deviation from the shearing line due to internal stresses	9
3.4.1 Test specimen	9
3.4.2 Measuring procedure	11
3.5 Burr height	11
3.5.1 Test specimen	11
3.5.2 Measuring procedure	11
4. Test report	13
 Figures	14

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATERIAUX MAGNETIQUES

Neuvième partie: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier

PREAMBULE

- 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
68(BC)53	68(BC)57

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 404-1 (1979): Matériaux magnétiques. Première partie: Classification.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALSPart 9: Methods of determination of the geometrical characteristics
of magnetic steel sheet and strip

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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 68: Magnetic Alloys and Steels.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
68(C0)53	68(C0)57

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 404-1 (1979): Magnetic materials. Part 1: Classification

MATERIAUX MAGNETIQUES

Neuvième partie: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier

1. Objet et domaine d'application

La présente norme a pour objet de définir les méthodes d'essai à utiliser pour la détermination des caractéristiques géométriques suivantes des tôles magnétiques en acier:

- planéité,
- courbure résiduelle,
- rectitude,
- déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes,
- hauteur de bavure des rives cisillées.

Cette norme s'applique aux tôles magnétiques en acier destinées à la construction de circuits magnétiques et correspondant aux articles B2, C21 et C22 de la Publication 404-1 de la CEI.

2. Définitions

2.1 *Planéité* (facteur d'ondulation)

Les variations de planéité d'une tôle magnétique en acier apparaissent sous la forme d'ondulations qui peuvent être présentes sur les rives de la tôle (voir figure 1, page 14).

La planéité est caractérisée par le facteur d'ondulation qui est le rapport de la hauteur de l'ondulation (h) à sa longueur (l), exprimé en pourcentage.

2.2 *Courbure résiduelle*

Courbure permanente dans le sens de laminage d'une bande déroulée.

2.3 *Rectitude*

La rectitude est caractérisée par l'écart le plus grand entre une rive longitudinale de la tôle et la droite reliant les deux extrémités de la section de mesure correspondant à cette rive (voir figure 3, page 15).

2.4 *Déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes*

Ecart le plus grand entre les deux bords cisillés d'une tôle fendue suivant l'axe longitudinal (voir figure 4, page 15).

2.5 *Hauteur de bavure*

Différence des épaisseurs mesurées respectivement sur le bord de la rive cisillée de la tôle et à une distance de 10 mm de ce bord (voir figure 5, page 16).

MAGNETIC MATERIALS

Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip

1. Scope and field of application

This standard is intended to define the test methods used for the determination of the following geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip:

- flatness,
- residual curvature,
- edge camber,
- deviation from the shearing line due to internal stresses,
- burr height of cut edges.

This standard applies to magnetic steel sheet and strip intended for the construction of magnetic circuits and corresponding to Clauses B2, C21 and C22 of IEC Publication 404-1.

2. Definitions

2.1 Flatness (wave factor)

The variations of flatness of a magnetic steel sheet or strip take the form of waves which can occur at the edge of the product (see Figure 1, page 14).

The flatness is characterized by the wave factor which is the relation of the height of the wave (h) to its length (l), expressed as a percentage.

2.2 Residual curvature

Permanent curvature in the direction of rolling of an unwound strip.

2.3 Edge camber

Edge camber is characterized by the greatest distance between a longitudinal edge of the sheet and the line joining the two ends of the measured section corresponding to this edge (see Figure 3, page 15).

2.4 Deviation from the shearing line due to internal stresses

The greatest distance between corresponding points on the two cut edges of a sheet cut longitudinally (see Figure 4, page 15).

2.5 Burr height

The difference between the thicknesses measured respectively at the cut edge of the sheet and at a distance of 10 mm from this edge (see Figure 5, page 16).

3. Méthodes d'essai

3.1 *Planéité*

3.1.1 *Eprouvette*

L'éprouvette est constituée par une feuille ou une longueur de bande dont la dimension est spécifiée dans la norme de produit.

3.1.2 *Mode opératoire*

L'éprouvette doit être placée sur un marbre de manière qu'elle ne dépasse aucun des bords. Elle doit être ensuite soulevée d'un côté et on la laisse retomber. La hauteur de l'ondulation maximale (h) et la longueur de l'ondulation (l) doivent être mesurées à l'aide d'une règle graduée en millimètres (voir figure 2, page 14).

3.2 *Courbure résiduelle*

3.2.1 *Eprouvette*

L'éprouvette doit être constituée par un prélèvement de 500 mm de long et dont la largeur est la largeur de livraison de la tôle. L'axe de l'éprouvette doit être parallèle à la direction de laminage de la tôle.

3.2.2 *Mode opératoire*

L'essai consiste à placer verticalement l'éprouvette contre une plaque support. L'éprouvette doit être maintenue à sa partie supérieure sur une hauteur de 30 mm contre la plaque support, la face convexe de l'éprouvette contre la plaque support. L'écart existant (a) entre le bord inférieur de l'éprouvette et la plaque support doit être mesuré dans l'axe de l'éprouvette (voir figure 6, page 16). La force de fixation doit être suffisante pour maintenir l'éprouvette en place sur toute sa largeur.

3.3 *Rectitude*

3.3.1 *Eprouvette*

L'éprouvette doit être constituée par une feuille ou une longueur de bande dont la dimension est spécifiée dans la norme de produit.

3.3.2 *Mode opératoire*

L'éprouvette doit être placée sur un marbre. On place une règle en contact avec les extrémités du côté concave et on doit mesurer l'écart maximal (e) entre la rive et la règle.

3.4 *Déviations par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes*

3.4.1 *Eprouvette*

L'éprouvette doit être constituée par une feuille ou une longueur de bande dont la dimension est spécifiée dans la norme de produit.

3. Test methods

3.1 *Flatness*

3.1.1 *Test specimen*

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip, the size of which is defined in the product standard.

3.1.2 *Measuring procedure*

The test specimen shall be placed on a surface table sufficiently large that the specimen does not overhang the edges. It shall then be lifted up on one edge and allowed to fall back. The height of the maximum wave (h) and the length of the wave (l) shall be measured with a rule graduated in millimetres (see Figure 2, page 14).

3.2 *Residual curvature*

3.2.1 *Test specimen*

The test specimen shall consist of a sample 500 mm in length and of width equal to the delivered width of the sheet or strip. The axis of the test specimen shall be parallel to the direction of rolling of the sheet or strip.

3.2.2 *Measuring procedure*

The test shall consist of placing the test specimen vertically against a supporting plate. The top of the test specimen shall be held against the supporting plate over a height of 30 mm with its convex surface facing the plate. The distance (a) between the bottom edge of the test specimen and the supporting plate shall then be measured at the axis of the test specimen (see Figure 6, page 16). The clamping force shall be sufficient to allow the full width of the test specimen to be in contact with the support.

3.3 *Edge camber*

3.3.1 *Test specimen*

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip, the size of which is defined in the product standard.

3.3.2 *Measuring procedure*

The test specimen shall be placed on a surface table. A rule shall be placed in contact with the extremities of the concave side and the maximum gap (e) between the edge and the rule shall be measured.

3.4 *Deviation from the shearing line due to internal stresses*

3.4.1 *Test specimen*

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip, the size of which is defined in the product standard.

3.4.2 Mode opératoire

L'éprouvette doit être coupée suivant l'axe longitudinal. Les deux parties, dont aucune ne doit être retournée, doivent être chargées de manière qu'elles soient planes. Ensuite, les deux bords cisailés doivent être rapprochés de façon à obtenir l'écart le plus petit. L'écart maximal (c) entre les deux bords doit être mesuré.

3.5 Hauteur de bavure

3.5.1 Eprouvette

L'éprouvette doit être constituée par une tôle ou une longueur de bande dont la dimension est spécifiée dans la norme de produit. La longueur utile pour la mesure doit être de 1 m.

3.5.2 Mode opératoire

La hauteur de bavure doit être déterminée à l'aide d'un dispositif de mesure linéaire tel qu'un comparateur.

Le dispositif doit avoir les caractéristiques suivantes:

- résolution: 1 μm ,
- précision: $\pm 2 \mu\text{m}$,
- le déplacement axial de l'enclume mobile doit être obtenu sans rotation,
- dimension de l'enclume mobile: 16 mm x 8 mm,
- force d'application de l'enclume mobile: $4 \pm 0,2 \text{ N}$.

L'éprouvette doit être posée à plat sur une table support. Le dispositif de mesure linéaire doit être fixé de façon rigide sur un dispositif de façon que le déplacement de l'enclume soit perpendiculaire à la table (voir figure 7, page 19).

La surface de contact de l'enclume mobile doit être parallèle à la surface de la table. La vérification de ce parallélisme peut être effectuée à l'aide d'une cale d'épaisseur ou d'un autre dispositif ayant une hauteur approximativement égale à l'épaisseur de l'éprouvette. La variation de la distance entre tout point de la surface de l'enclume et la table support ne doit pas excéder 2 μm . Une table support réglable en trois points est nécessaire.

L'essai consiste à mesurer l'épaisseur de la tôle à 10 mm de la rive cisailée (h_1) et l'épaisseur de la rive cisailée (h_2), l'enclume mobile ayant sa plus grande dimension (16 mm) parallèle à la rive cisailée (voir figure 8, page 19).

Une mesure doit être effectuée tous les 50 mm en déplaçant l'éprouvette, la hauteur de bavure étant caractérisée par la valeur moyenne des 20 mesures et par l'indication de la valeur maximale obtenue.

Il est possible de scinder l'éprouvette en longueurs d'au moins 50 mm, ou multiples de 50 mm. Dans ce cas, les découpes doivent être faites de façon que les bavures soient du même côté de la tôle que la bavure qui est à mesurer.

Durant les mesures, la température doit être maintenue constante.

3.4.2 *Measuring procedure*

The test specimen shall be split along the longitudinal axis. The two parts, neither of which shall be turned over, shall be weighted so that they remain flat. The two cut edges shall then be brought together again so as to give the smallest gap. The maximum distance (c) between the two cut edges shall be measured.

3.5 *Burr height*

3.5.1 *Test specimen*

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip, the size of which is defined in the product standard. The effective length for the measurement shall be 1 m.

3.5.2 *Measuring procedure*

The burr height shall be determined by using a linear measuring device such as a comparator.

The device shall have the following characteristics:

- resolution: $1\text{ }\mu\text{m}$,
- uncertainty: $\pm 2\text{ }\mu\text{m}$,
- axial movement of the sliding anvil shall be obtained without rotation,
- dimension of the sliding anvil: $16\text{ mm} \times 8\text{ mm}$,
- applied force on the sliding anvil: $4 \pm 0.2\text{ N}$.

The test specimen shall be held flat on a surface table. The linear measuring device shall be rigidly fixed on a stand so that the movement of the anvil is perpendicular to the table (see Figure 7, page 19).

The surface of contact of the sliding anvil shall be parallel to the surface table. The verification of this parallelism can be made using a thickness gauge or other device having a height approximately equal to the thickness of the sample. The difference in the distance from any point on the surface of the anvil to the supporting table shall not exceed $2\text{ }\mu\text{m}$. A three-point adjusting surface table is necessary.

The test shall consist of measuring the thickness of the sheet at 10 mm from the cut edge (h_1) and the thickness of the cut edge (h_2), the sliding anvil having its larger dimension (16 mm) parallel to the cut edge (see Figure 8, page 19).

A measurement shall be made every 50 mm, by moving the test specimen, the burr height being characterized by the mean value of the 20 measurements and by the indication of the maximum value obtained.

It is permissible to cut the test specimen into lengths of at least 50 mm or multiples of 50 mm. If this is done, the cuts shall be made so that the burrs are on the same side of the sheet as the burr which is to be measured.

During the measurements, the temperature shall be constant.

4. Rapport d'essai

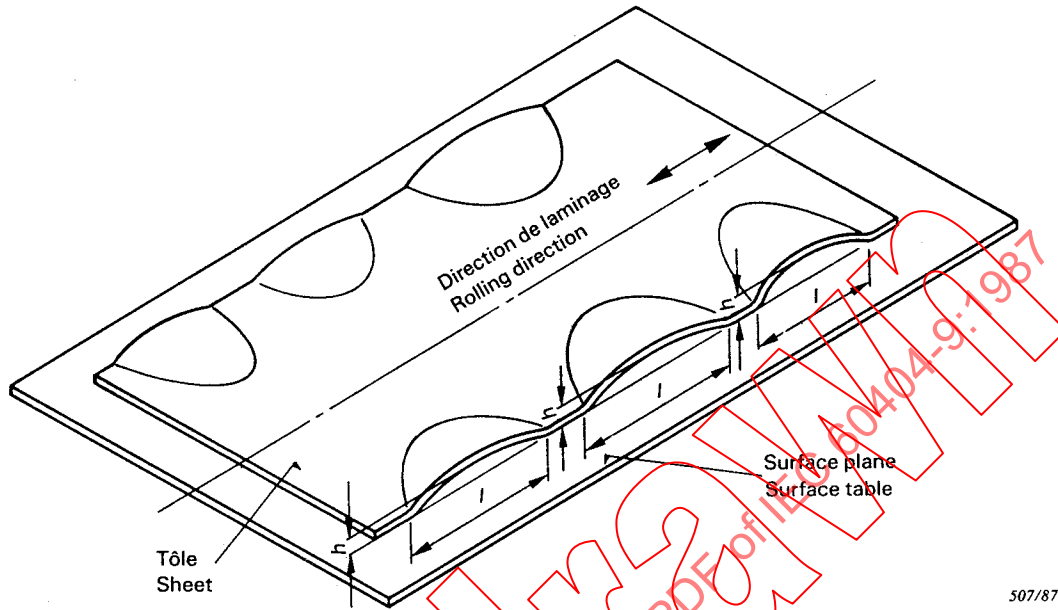
Le rapport d'essai, lorsqu'il est demandé, doit nécessairement mentionner les points suivants:

- référence à la présente norme,
- type et désignation de la tôle magnétique examinée,
- le ou les points ci-après, selon les exigences de la norme de produit:
 - 1) longueur (l) en millimètres de l'ondulation arrondie aux 10 mm les plus proches, hauteur (h) en millimètres de l'ondulation arrondie au 1 mm le plus proche et facteur d'ondulation (w) en pour-cent arrondi au 0,1% le plus proche;
 - 2) l'écart (a) en millimètres caractérisant la courbure résiduelle, arrondi au 1 mm le plus proche;
 - 3) l'écart (c) en millimètres caractérisant la déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes, arrondi, au 0,1 mm le plus proche;
 - 4) l'écart (e) en millimètres caractérisant la rectitude, arrondi au 0,1 mm le plus proche;
 - 5) moyenne arithmétique et valeur maximale de la hauteur de bavure.

4. Test report

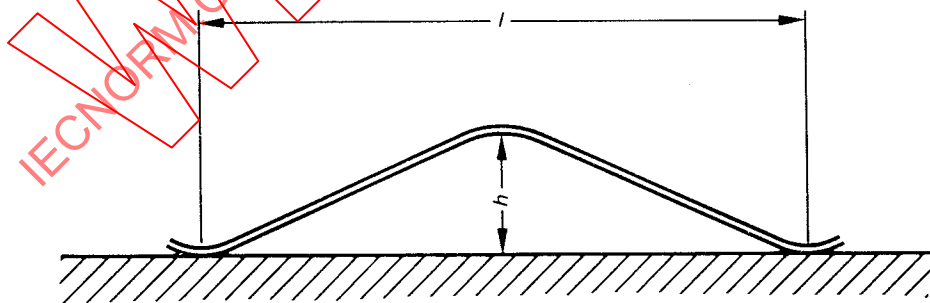
The test report, when requested, shall contain the following as appropriate:

- reference to this standard,
 - type and designation of the magnetic steel sheet tested,
 - one or more of the following, depending on the requirements of the product standard:
 - 1) length (l) of wave in millimetres, to the nearest 10 mm, height (h) of wave in millimetres, to the nearest 1 mm and wave factor (w) in per cent to the nearest 0.1%;
 - 2) deviation (a) in millimetres characterizing the residual curvature, to the nearest 1 mm;
 - 3) variation (c) from the shearing line in millimetres, to the nearest 0.1 mm;
 - 4) distance (e) in millimetres characterizing the edge camber, to the nearest 0.1 mm;
 - 5) arithmetic mean value and maximum value of burr height.
-



507/87

Fig. 1. - Exemple d'ondulations.
Example of waves.



508/87

Fig. 2. - Facteur d'ondulation.
Wave factor.

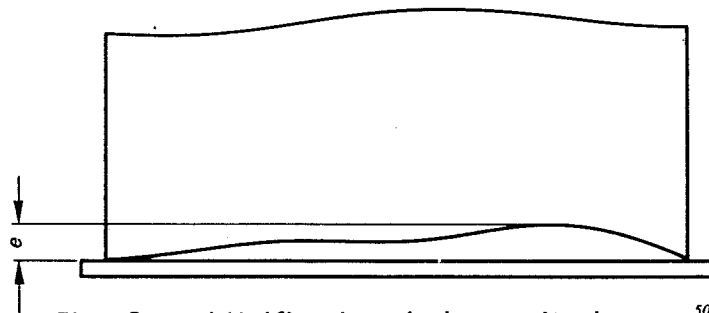
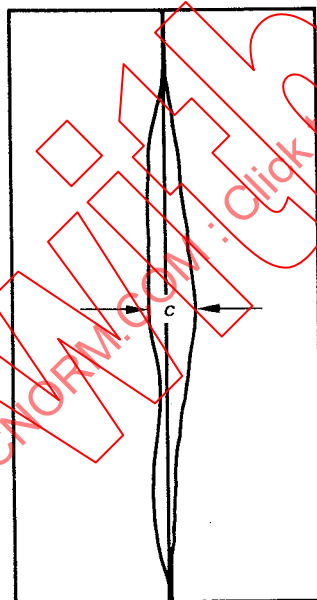
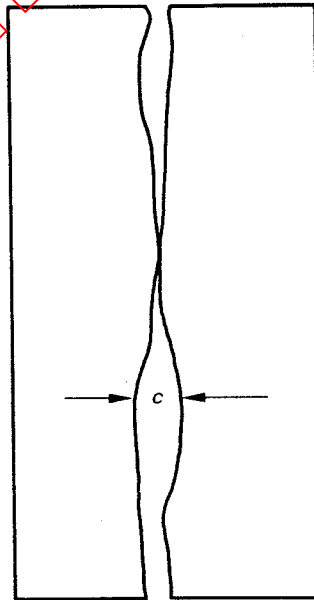


Fig. 3. - Vérification de la rectitude.
Verification of the edge camber.

509/87



510/87



511/87

a) Cas d'une fente convexe.
Case of a convex gap.

b) Cas d'une fente concave.
Case of a concave gap.

Fig. 4. - Déviation par rapport à la ligne de cisailage due aux tensions internes.
Deviation from the shearing line due to internal stresses.