

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

**Publication 404-8-3**

Première édition — First edition  
1985

---

**Matériaux magnétiques**

**Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers**  
**Section trois — Spécification des bandes magnétiques en acier non allié,**  
**laminées à froid et livrées à l'état semi-fini**

---

**Magnetic materials**

**Part 8: Specifications for individual materials**  
**Section Three — Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip**  
**delivered in the semi-processed state**

---



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale  
3, rue de Varembé  
Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

**Publication 404-8-3**

Première édition — First edition  
1985

---

**Matériaux magnétiques**

**Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers**  
**Section trois — Spécification des bandes magnétiques en acier non allié,**  
**laminées à froid et livrées à l'état semi-fini**

---

**Magnetic materials**

**Part 8: Specifications for individual materials**  
**Section Three — Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip**  
**delivered in the semi-processed state**

---



© CEI 1985

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
INTRODUCTION . . . . .	6
Articles	
1. Objet . . . . .	6
2. Domaine d'application . . . . .	6
3. Références . . . . .	6
4. Définitions . . . . .	6
4.1 Planéité (facteur d'ondulation) . . . . .	8
4.2 Rectitude . . . . .	8
4.3 Courbure résiduelle . . . . .	8
5. Classification . . . . .	8
6. Désignation . . . . .	8
7. Prescriptions générales . . . . .	8
7.1 Procédé d'élaboration . . . . .	8
7.2 Mode de livraison . . . . .	8
7.3 Etat de livraison . . . . .	10
7.4 Etat de surface . . . . .	10
7.5 Aptitude au découpage . . . . .	10
8. Prescriptions techniques . . . . .	10
8.1 Caractéristiques magnétiques . . . . .	10
8.2 Caractéristiques géométriques et tolérances . . . . .	12
8.3 Caractéristiques technologiques . . . . .	14
9. Réception . . . . .	14
9.1 Généralités . . . . .	14
9.2 Prélèvement des échantillons . . . . .	14
9.3 Préparation des éprouvettes . . . . .	14
9.4 Méthodes d'essai . . . . .	16
9.5 Essais complémentaires . . . . .	18
10. Réclamations . . . . .	18
11. Informations à fournir lors de la commande . . . . .	18
TABLEAUX . . . . .	20
FIGURES . . . . .	24

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
INTRODUCTION . . . . .	7
Clause	
1. Scope . . . . .	7
2. Field of application . . . . .	7
3. References . . . . .	7
4. Definitions . . . . .	7
4.1 Flatness (wave factor) . . . . .	9
4.2 Edge camber . . . . .	9
4.3 Residual curvature . . . . .	9
5. Classification . . . . .	9
6. Designation . . . . .	9
7. General requirements . . . . .	9
7.1 Production process . . . . .	9
7.2 Form of supply . . . . .	9
7.3 Delivery condition . . . . .	11
7.4 Surface condition . . . . .	11
7.5 Suitability for cutting . . . . .	11
8. Technical requirements . . . . .	11
8.1 Magnetic properties . . . . .	11
8.2 Geometric characteristics and tolerances . . . . .	13
8.3 Technological characteristics . . . . .	15
9. Inspection . . . . .	15
9.1 General . . . . .	15
9.2 Sampling . . . . .	15
9.3 Preparation of test specimens . . . . .	15
9.4 Test methods . . . . .	17
9.5 Retests . . . . .	19
10. Complaints . . . . .	19
11. Ordering information . . . . .	19
TABLES . . . . .	21
FIGURES . . . . .	24

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

**Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers**  
**Section trois — Spécification des bandes magnétiques en acier non allié,**  
**laminées à froid et livrées à l'état semi-fini**

## 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 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.

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers, en collaboration avec le Comité Technique n° 17 de l'ISO: Acier.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
68(BC)35	68(BC)42

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MAGNETIC MATERIALS****Part 8: Specifications for individual materials****Section Three — Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip  
delivered in the semi-processed state**

## 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, in collaboration with ISO Technical Committee No. 17: Steel.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
68(CO)35	68(CO)42

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers Section trois — Spécification des bandes magnétiques en acier non allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini

#### INTRODUCTION

Le recuit final des bandes magnétiques en acier non allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini étant effectué par les soins de l'utilisateur, l'attention est attirée sur l'importance de ce traitement sur les caractéristiques du produit.

Pour cette raison, les caractéristiques magnétiques figurant dans les tableaux I et II sont données pour un état de référence obtenu grâce à un traitement thermique adéquat. Pour que les caractéristiques d'emploi soient équivalentes à celles qui sont spécifiées, il importe que le traitement thermique effectué par l'utilisateur soit équivalent à celui qui a été appliqué pour définir l'état de référence.

#### 1. Objet

La présente norme a pour objet de définir les qualités des bandes magnétiques en acier non allié\* à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini, c'est-à-dire sans recuit final, de 0,50 mm et 0,65 mm d'épaisseur nominale. Elle donne également les prescriptions générales, les caractéristiques magnétiques, les caractéristiques géométriques et tolérances, les caractéristiques technologiques ainsi que les conditions de réception.

#### 2. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux produits destinés à la construction des circuits magnétiques. Ces produits correspondent à l'article B2 de la Publication 404-1 de la CEI.

#### 3. Références

Les publications suivantes sont citées dans la présente norme:

Publication 50 (901) de la CEI (1973): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 901: Magnétisme.

Publication 404-1 de la CEI (1979): Matériaux magnétiques, Première partie: Classification.

Publication 404-2 de la CEI (1978): Deuxième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques, électriques et physiques des tôles et feuillets magnétiques.

Norme ISO 404 (1981): Aciers et produits sidérurgiques — Conditions générales techniques de livraison.

Norme ISO 4948/1 (1982): Aciers — Classification — Partie 1: Classification en aciers alliés et en aciers non alliés basée sur la composition chimique.

#### 4. Définitions

Les définitions des principaux termes relatifs aux caractéristiques magnétiques, employés dans cette norme, sont données dans la Publication 50 (901) de la CEI.

De plus, pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent:

\* L'acier non allié a pour constituant de base du fer dont la teneur en éléments d'alliage est inférieure aux valeurs fixées par la Norme ISO 4948/1.



## MAGNETIC MATERIALS

### Part 8: Specifications for individual materials

#### Section Three — Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip delivered in the semi-processed state

##### INTRODUCTION

As the final annealing of cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip delivered in the semi-processed state is the responsibility of the user, attention is drawn to the importance of this treatment for the properties of the material.

For this reason, the magnetic properties in Tables I and II are given for a reference condition obtained by suitable heat treatment. To ensure that the properties in use are equivalent to those specified, it is important that the industrial heat treatment carried out by the user is equivalent to that used to define the reference condition.

##### 1. Scope

This standard defines the grades of cold-rolled magnetic non-oriented non-alloyed\* steel strip delivered in the semi-processed condition, that is without final heat treatment, of 0.50 mm and 0.65 mm nominal thickness. It specifies general requirements, the magnetic properties, the geometric characteristics and tolerances, technological characteristics as well as the inspection procedure.

##### 2. Field of application

This standard applies to material intended for the construction of magnetic circuits. The material corresponds to Clause B2 of IEC Publication 404-1.

##### 3. References

The following publications are referred to in this standard:

IEC Publication 50 (901) (1973): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 901: Magnetism.

IEC Publication 404-1 (1979): Magnetic Materials, Part 1: Classification.

IEC Publication 404-2 (1978): Part 2: Methods of Measurement of Magnetic, Electrical and Physical Properties of Magnetic Sheet and Strip.

ISO Standard 404 (1981): Steel and steel products — General technical delivery requirements.

ISO Standard 4948/1 (1982): Steels — Classification — Part 1: Classification of steels into unalloyed and alloy steels based on chemical composition.

##### 4. Definitions

The definitions of the principal terms relating to the magnetic properties employed in this standard are given in IEC Publication 50 (901).

In addition, for the purposes of this standard, the following definitions apply:

---

\* Non-alloyed steel is that steel the basic constituent of which is iron containing alloying elements in amounts smaller than the values fixed by ISO Standard 4948/1.

#### 4.1 Planéité (facteur d'ondulation)

L'écart de planéité d'une longueur de bande est caractérisée par le facteur d'ondulation qui est le rapport de la hauteur de l'ondulation à sa longueur.

#### 4.2 Rectitude

La rectitude est caractérisée par l'écart le plus grand entre une rive longitudinale d'une longueur de bande et la droite reliant les deux extrémités de la section de mesure correspondant à cette rive.

#### 4.3 Courbure résiduelle

La courbure résiduelle est la courbure rémanente dans le sens du laminage, présente dans la bobine à l'état de livraison.

### 5. Classification

Les qualités prévues dans cette norme sont échelonnées d'après la valeur maximale des pertes totales spécifiques, en watts par kilogramme à 1,5 T, ainsi que d'après l'épaisseur nominale du produit (0,50 mm ou 0,65 mm). Il y a deux groupes en fonction de la fréquence à laquelle les caractéristiques magnétiques sont garanties.

### 6. Désignation

La désignation conventionnelle des différentes qualités comprend dans l'ordre:

- 1) le centuple de la valeur maximale garantie des pertes totales spécifiques à 1,5 T, à 50 Hz ou à 60 Hz, en watts par kilogramme;
- 2) le centuple de l'épaisseur nominale du produit, en millimètres;
- 3) la lettre caractéristique «D»;
- 4) le dixième de la fréquence, en hertz, à laquelle les caractéristiques magnétiques sont garanties:
  - 5 pour la fréquence de 50 Hz
  - 6 pour la fréquence de 60 Hz

exemple: 660-50-D5 pour une bande avec des pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T de 6,60 W/kg à 50 Hz et une épaisseur nominale de 0,50 mm.

### 7. Prescriptions générales

#### 7.1 Procédé d'élaboration

Le procédé d'élaboration de l'acier et sa composition chimique sont laissés à l'initiative du producteur.

#### 7.2 Mode de livraison

Les produits sont livrés en bobines.

L'enroulement de la bande de largeur constante doit être réalisé de façon telle que les bords soient régulièrement superposés et que les faces latérales de la bobine soient sensiblement planes. Les bobines doivent être suffisamment serrées à l'enroulement pour qu'elles ne s'affaissent pas sous leur propre masse.

Les masses des bobines doivent faire l'objet d'un accord lors de la commande.

Les bobines peuvent présenter des soudures de jonction, c'est-à-dire des soudures effectuées pour joindre les bandes laminées à chaud utilisées pour l'obtention par laminage à froid des bandes semi-finies. De même, les bobines peuvent présenter des soudures ou des discontinuités résultant de l'élimination de zones défectueuses après le laminage à froid final.

#### 4.1 *Flatness (wave factor)*

The deviation from flatness of a length of strip is characterized by the wave factor which is the relation of the height of the wave to its length.

#### 4.2 *Edge camber*

Edge camber is characterized by the greatest distance between one longitudinal edge of a length of strip and the line joining the two ends of the measured section corresponding to this edge.

#### 4.3 *Residual curvature*

Residual curvature is the permanent curvature in the direction of rolling present in the coil in the delivery condition.

### 5. **Classification**

The grades covered by this standard are classified according to the maximum value of the specific total loss in watts per kilogram at 1.5 T, and according to the nominal thickness of the product (0.50 mm or 0.65 mm). There are two groups related to the frequency for which the magnetic properties are specified.

### 6. **Designation**

The conventional designation of the different grades comprises the following in the order given:

- 1) 100 times the maximum specified specific total loss at 1.5 T, at 50 Hz or at 60 Hz, in watts per kilogram;
- 2) 100 times the nominal thickness of the product, in millimetres;
- 3) The characteristic letter "D";
- 4) One-tenth of the frequency in hertz at which the magnetic properties are specified:

— 5 for the frequency of 50 Hz.

— 6 for the frequency of 60 Hz.

for example: 660-50-D5 for strip with a maximum specific total loss at 1.5 T of 6.60 W/kg at 50 Hz and a nominal thickness of 0.50 mm.

### 7. **General requirements**

#### 7.1 *Production process*

The production process of the steel and its chemical composition shall be left to the discretion of the manufacturer.

#### 7.2 *Form of supply*

The material is delivered in coils.

Strips of constant width shall be coiled in such a way that the edges are superimposed in a regular manner and that the side faces of the coil are substantially flat. The coils shall be wound sufficiently tightly to ensure that they do not collapse under their own weight.

The mass of the coils shall be the subject of agreement when ordering.

Coils can contain junction welds, that is welds made to join hot-rolled material used to obtain cold-rolled strip. Similarly, coils can contain welds or discontinuities resulting from the removal of defective zones after final cold rolling.

En cas de besoin, un repérage des soudures ou des discontinuités peut faire l'objet d'un accord particulier.

Les valeurs les plus usuelles pour le diamètre intérieur des bobines sont approximativement 500 mm, 600 mm et 900 mm. La valeur recommandée est celle de 500 mm approximativement. Le diamètre extérieur doit être fixé par accord lors de la commande.

### 7.3 *Etat de livraison*

Les produits livrés avec rives cisailées ne doivent pas comporter de bavures préjudiciables à la mise en œuvre du produit.

Par suite du mode de fabrication et de la présentation en bobines, les produits peuvent présenter, à l'état de livraison, une courbure résiduelle ainsi que certaines tensions internes. Des précautions doivent être prises par l'utilisateur pour diminuer ou éliminer l'incidence de ces paramètres sur la mise en œuvre et l'utilisation du produit.

Les produits sont habituellement livrés sans revêtement isolant.

### 7.4 *Etat de surface*

Les surfaces doivent être unies et propres. Des défauts isolés tels que stries, soufflures, criques, etc., peuvent être tolérés si l'épaisseur reste entre les limites fixées par la tolérance.

L'état de surface et en particulier la rugosité du produit peuvent faire l'objet d'un accord lors de la commande.

### 7.5 *Aptitude au découpage*

Les produits doivent pouvoir être découpés ou poinçonnés sans entraîner une usure prématurée des outils; ils doivent pouvoir être découpés en tout point et suivant des formes usuelles en assurant un travail précis avec des outils appropriés et corrects. Dans le cas d'exigences particulières au découpage et au poinçonnage des conventions sur un essai d'aptitude doivent être établies entre fournisseur et utilisateur.

## 8. **Prescriptions techniques**

### 8.1 *Caractéristiques magnétiques*

#### 8.1.1 *Etat de référence*

Les caractéristiques magnétiques (induction magnétique et pertes totales spécifiques) ne s'appliquent qu'à des éprouvettes prises dans l'état de référence obtenu par le traitement thermique suivant.

Les bandes constituant l'éprouvette doivent être soumises à un traitement thermique à  $790 \pm 10^\circ\text{C}$  sous atmosphère décarburante et doivent être maintenues pendant une durée de 2 h à cette température. La vitesse de chauffage ne doit pas dépasser  $200^\circ\text{C/h}$ . La vitesse de refroidissement entre  $790^\circ\text{C}$  et  $550^\circ\text{C}$  ne doit pas excéder  $120^\circ\text{C/h}$ . Le gaz nécessaire à la décarburation doit se composer de 20%  $\text{H}_2$ , 80%  $\text{N}_2$  avec de la vapeur d'eau, le point de rosée étant de  $+35^\circ\text{C}$  à la pression atmosphérique.

L'établissement de l'atmosphère décarburante exige l'évacuation de l'air du four à recuire avant la mise en température. Cette évacuation se fait par insufflation en continu dans le four d'un gaz de protection ininflammable. Le débit du gaz de protection ainsi que la pression doivent être réglés de façon à assurer une bonne décarburation en tout point de l'éprouvette et un renouvellement complet de l'atmosphère du four plusieurs fois pendant le recuit.

Il est recommandé que les bandes n'aient pas de contact entre elles.

#### 8.1.2 *Induction magnétique*

Les valeurs minimales garanties pour l'induction magnétique dans le cas des intensités de champ  $H$  de 2500, 5000 et 10000 A/m sont indiquées dans les tableaux I et II.

If necessary, the marking of welds or discontinuities can form the subject of special agreement when ordering.

The most usual values for the internal diameter of coils are approximately 500 mm, 600 mm and 900 mm. The recommended value is approximately 500 mm. The external diameter should be the subject of agreement when ordering.

### 7.3 *Delivery condition*

Material supplied with trimmed edges shall not have any burrs which will adversely affect its further application or use.

As the result of the method of manufacture and delivery in the form of coils, material may, in the delivery condition, exhibit residual curvature as well as certain internal stresses. Precautions shall be taken by the user to reduce or eliminate the effect of these factors on the application or use of the material.

The material is usually delivered without an insulating coating.

### 7.4 *Surface condition*

The surfaces shall be uniform and clean. Isolated imperfections such as scratches, blisters, cracks, etc., can be tolerated if the thickness remains within the tolerance limits.

The surface condition and in particular the roughness of the material can be the subject of agreement when ordering.

### 7.5 *Suitability for cutting*

The material shall be capable of being cut or punched without causing premature wear of the tools; it shall be able to be cut at any point and in the usual shapes thus ensuring precise working with appropriate tools in good condition. If there are special requirements with regard to a suitability test for punching or shearing, these shall be established between supplier and purchaser.

## 8. **Technical requirements**

### 8.1 *Magnetic properties*

#### 8.1.1 *Reference condition*

The magnetic properties (magnetic flux density and specific total loss) only apply to test specimens in the reference condition which is obtained by the following heat treatment.

The test strip shall be subjected to a heat treatment in a decarburizing atmosphere at  $790 \pm 10^\circ\text{C}$  and shall be maintained for 2 h at this temperature. The heating rate shall not exceed  $200^\circ\text{C/h}$ . The cooling rate between  $790^\circ\text{C}$  and  $550^\circ\text{C}$  shall not exceed  $120^\circ\text{C/h}$ . The gas necessary for decarburization shall consist of 20%  $\text{H}_2$ , 80%  $\text{N}_2$ , with water vapour, the dew-point being  $+35^\circ\text{C}$  at atmospheric pressure.

The establishment of the decarburizing atmosphere requires the removal of air from the annealing furnace before raising the temperature. This removal is effected by continuously purging the furnace with an inert protective gas. The flow and pressure of the decarburizing gas shall be regulated to ensure good decarburization at any point on the test specimen and a complete renewal of the atmosphere in the furnace several times during the heat treatment.

It is desirable that the test strips do not have any contact with each other.

#### 8.1.2 *Magnetic flux density*

The minimum specified values for the magnetic flux density for field intensities  $H$  of 2500, 5000 and 10000 A/m are given in Tables I and II.

L'induction magnétique peut être déterminée soit en champ magnétique continu, soit en champ magnétique alternatif (exprimé en valeur de crête) à la fréquence pour laquelle les pertes totales spécifiques ont été spécifiées.

Le type de l'essai peut être choisi par accord entre les parties.

### 8.1.3 Pertes totales spécifiques

Les valeurs maximales garanties des pertes totales spécifiques, en watts par kilogramme, sont indiquées dans les tableaux I et II

Les pertes totales spécifiques sont garanties pour une induction magnétique de 1,5 T. Elles ne sont données qu'à titre indicatif pour l'induction magnétique de 1 T.

L'essai est effectué dans un champ magnétique alternatif à 50 Hz ou 60 Hz.

### 8.1.4 Anisotropie des pertes et du champ d'aimantation

L'anisotropie des pertes et du champ d'aimantation peut faire l'objet d'un accord entre les parties lors de la commande.

## 8.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

### 8.2.1 Epaisseur

Les épaisseurs nominales des bandes sont 0,50 mm ou 0,65 mm.

Pour les tolérances sur l'épaisseur, on distingue:

- l'écart toléré par rapport à l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une même unité de réception;
- la différence d'épaisseur suivant une direction perpendiculaire au sens du laminage.

L'écart toléré sur l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une même unité de réception est de  $\pm 8\%$  de la valeur nominale. Dans les zones influencées par les soudures (voir paragraphe 7.2), la tolérance est doublée sur une longueur à fixer par accord particulier. Si cette tolérance doublée pose des problèmes lors de l'utilisation du produit, les bandes peuvent être, après accord particulier, livrées avec une tolérance constante.

La différence d'épaisseur dans une direction perpendiculaire au sens du laminage ne doit pas dépasser 0,020 mm pour les épaisseurs nominales de 0,50 mm et 0,030 mm pour les épaisseurs nominales de 0,65 mm.

### 8.2.2 Largeur

Les largeurs nominales courantes sont inférieures ou égales à 1 250 mm.

Pour les tolérances sur la largeur, une distinction est faite entre les produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage et les produits livrés avec rives cisailées.

Pour les produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage la tolérance de largeur doit être de  $+5$  mm.

Pour les produits livrés avec rives cisailées, les écarts tolérés en fonction de la largeur nominale sont les suivants:

Largeur nominale $l$ (mm)	Ecart permis (mm)
$l \leq 150$	$+0,3$ 0
$150 < l \leq 500$	$+0,5$ 0
$500 < l \leq 1250$	$+2$ 0

Note. — Par accord particulier, les tolérances peuvent être toutes en moins.



The magnetic flux density can be determined in a direct current field or in an alternating field (expressed as a peak value) at the frequency for which the total specific loss has been specified.

The type of test can be chosen by agreement between the parties.

### 8.1.3 *Specific total loss*

The maximum specified values of specific total loss in watts per kilogram are given in Tables I and II.

The specific total loss is specified for a magnetic flux density of 1.5 T. It is only given as an indicative value for the magnetic flux density of 1 T.

The tests shall be made in an alternating field at 50 Hz or 60 Hz.

### 8.1.4 *Anisotropy of loss and magnetizing force*

The anisotropy of loss and of magnetizing force can be the subject of particular agreement between the parties when ordering.

## 8.2 *Geometric characteristics and tolerances*

### 8.2.1 *Thickness*

The nominal thicknesses of coil are 0.50 mm or 0.65 mm.

For thickness tolerance, a distinction is made between:

- the permissible deviation in the nominal thickness within an acceptance unit;
- the difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling.

The permissible deviation in nominal thickness within an acceptance unit shall be  $\pm 8\%$  of the nominal value. In the zones affected by welds (see Sub-clause 7.2), the tolerance shall be doubled over a length to be specified by special agreement. If this double tolerance presents problems for the use of the material, it can be supplied, by special agreement, with a constant tolerance.

The difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling shall not exceed 0.020 mm for the nominal thicknesses of 0.50 mm and 0.030 mm for the nominal thickness of 0.65 mm.

### 8.2.2 *Width*

The available nominal widths are less than or equal to 1 250 mm.

For the width tolerance, a distinction is made between material delivered with edges in the as-rolled condition and material delivered with trimmed edges.

For material delivered with as-rolled edges the width tolerance shall be then  $+5_0$  mm.

For material supplied with trimmed edges the permissible deviations as a function of the nominal widths shall be as follows:

Nominal width $l$ (mm)	Permissible deviation (mm)
$l \leq 150$	$+0.3_0$
$150 < l \leq 500$	$+0.5_0$
$500 < l \leq 1250$	$+2_0$

*Note.* — By special agreement, the tolerances can be all negative.

### 8.2.3 *Planéité (facteur d'ondulation)*

La planéité n'est garantie que pour les produits livrés avec rives cisaillées. Le facteur d'ondulation, exprimé en pourcentage, ne doit pas dépasser 2.

### 8.2.4 *Rectitude*

Une distinction est faite entre les produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage et les produits livrés avec des rives cisaillées.

Pour les produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage, la rectitude ne doit pas dépasser 6 mm pour une longueur de 2 m.

Pour les produits livrés avec rives cisaillées, la rectitude ne doit pas dépasser 4 mm pour une longueur de 2 m.

## 8.3 *Caractéristiques technologiques*

### 8.3.1 *Masse volumique*

La masse volumique des produits ne fait pas l'objet de garantie. La masse volumique conventionnelle servant de base au calcul des caractéristiques magnétiques et du facteur de foisonnement doit être 7,85 kg/dm<sup>3</sup> pour toutes les qualités.

### 8.3.2 *Facteur de foisonnement*

Le facteur de foisonnement ne fait pas l'objet de garantie. Les valeurs indiquées dans les tableaux I et II ne sont données qu'à titre indicatif et correspondent à des tôles lisses.

## 9. **Réception**

### 9.1 *Généralités*

Les produits définis par la présente norme peuvent être commandés avec ou sans réception conformément à la Norme ISO 404. Cependant, par dérogation à la Norme ISO 404, dans le cas d'une commande sans réception, le producteur doit fournir un certificat donnant les pertes totales spécifiques du matériau livré.

Une livraison est, par convention, l'ensemble des produits de même qualité et de même épaisseur nominale compris dans un même envoi.

Si une réception est convenue lors de la commande, la livraison est divisée en unités de réception.

Pour le contrôle des caractéristiques, chaque unité de réception est constituée par 10 t ou fraction restante de la même qualité et de la même épaisseur nominale.

Des unités de réception différentes peuvent être retenues par accord particulier.

### 9.2 *Prélèvement des échantillons*

Les échantillons destinés aux essais de réception doivent être prélevés sur chaque unité de réception. La première spire intérieure et la dernière spire extérieure des bobines doivent être considérées comme emballage et comme n'étant pas représentatives de la qualité du reste de la bobine. Les échantillons doivent être prélevés en dehors des zones de soudure et seront de préférence prélevés sur les premières spires extérieures ou intérieures à l'exclusion de la spire d'emballage.

Le même échantillon doit servir au contrôle des diverses caractéristiques en observant un ordre judicieux pour l'exécution des essais.

### 9.3 *Préparation des éprouvettes*

#### 9.3.1 *Caractéristiques magnétiques*

Pour la mesure de l'induction magnétique et des pertes totales spécifiques, l'éprouvette pour l'essai au cadre d'Epstein de 25 cm doit être constituée par un minimum de 16 bandes ayant les dimensions suivantes:



### 8.2.3 *flatness (wave factor)*

Flatness (wave factor) is specified only for material supplied with trimmed edges. The wave factor, expressed as a percentage, shall not exceed 2.

### 8.2.4 *Edge camber*

A distinction is made between material delivered with edges in the as-rolled condition and material delivered with trimmed edges.

For material delivered with edges in the as-rolled condition the edge camber shall not exceed 6 mm over a length of 2 m.

For material delivered with trimmed edges, the edge camber shall not exceed 4 mm over a length of 2 m.

## 8.3 *Technological characteristics*

### 8.3.1 *Density*

The density of the material is not specified. The conventional density used to calculate the magnetic properties and the stacking factor shall be 7.85 kg/dm<sup>3</sup> for all grades.

### 8.3.2 *Stacking factor*

The stacking factor is not specified. The values in Tables I and II are given as an indication only and relate to smooth strips.

## 9. **Inspection**

### 9.1 *General*

The material defined by this standard can be ordered and supplied with or without an inspection procedure in accordance with ISO Standard 404. However, deviating from ISO Standard 404, in the case of an order without inspection procedure the producer shall supply a certificate stating the specific total loss of the delivered material.

A delivery is conventionally considered to be all the material of the same grade and the same nominal thickness in a single consignment.

If an inspection procedure is agreed when ordering, the delivery shall be divided into acceptance units.

For the checking of properties each acceptance unit shall comprise 10 t or the remaining fraction thereof, of the same grade and the same nominal thickness.

Different acceptance units can be used by special agreement.

### 9.2 *Sampling*

Samples for acceptance tests shall be selected from each acceptance unit. The first internal turn and the last external turn of the coils shall be considered as packing not representative of the quality of the rest of the coil. The samples shall be taken from outside weld zones and should preferably be selected from the first external and internal turns excluding the packing turns.

The same sample shall serve for checking the various properties, a logical order being observed for carrying out the tests.

### 9.3 *Preparation of test specimens*

#### 9.3.1 *Magnetic properties*

For the measurement of magnetic flux density and specific total loss the test specimen for the 25 cm Epstein frame shall consist of a minimum of 16 strips having the following dimensions:

- longueur: 280 mm à 310 mm, la longueur étant égale avec une tolérance de  $\pm 0,5$  mm;
- largeur: 30 mm  $\pm 0,2$  mm.

La moitié des bandes est prélevée parallèlement au sens du laminage et l'autre moitié perpendiculairement, en assurant une répartition égale sur la largeur du produit. Les bandes doivent être soigneusement découpées sans déformation. La découpe ou le poinçonnage ne doit être effectué qu'avec des outils bien affûtés. La tolérance maximale de la direction de la découpe par rapport à la direction de laminage est de  $5^\circ$ .

Lorsque la largeur du produit est insuffisante pour un prélèvement des bandes transversales de la longueur prescrite, les bandes ne doivent être prélevées que dans le sens du laminage.

### 9.3.2 *Caractéristiques géométriques et tolérance*

Pour la mesure de l'épaisseur, de la largeur, de la planéité et de la rectitude, l'éprouvette doit être constituée par une longueur de bande de 2 m.

### 9.3.3 *Facteur de foisonnement*

L'éprouvette doit être constituée d'au moins 16 bandes de même taille. Elles doivent avoir une largeur d'au moins 20 mm et une surface d'au moins 5000 mm<sup>2</sup>. Leur largeur doit être égale avec une tolérance de  $\pm 0,1$  mm ainsi que leur longueur. Les éprouvettes doivent être soigneusement ébavurées avant l'essai.

## 9.4 *Méthodes d'essai*

Pour chaque caractéristique garantie, un essai doit être effectué pour chaque unité de réception. Tous les essais doivent être effectués, sauf indication contraire, à une température de  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  et dans l'état de livraison, à l'exception des caractéristiques magnétiques qui doivent être déterminées après le traitement thermique de référence.

### 9.4.1 *Caractéristiques magnétiques*

Les essais doivent être effectués à l'aide du cadre d'Epstein de 25 cm, conformément à la Publication 404-2 de la CEI.

### 9.4.2 *Caractéristiques géométriques et tolérances*

#### 9.4.2.1 *Épaisseur*

La mesure de l'épaisseur doit être effectuée en utilisant un comparateur d'une précision de 0,01 mm en tout point situé à plus de 40 mm des rives.

Pour les produits de grande largeur, les mesures sont faites à au moins 40 mm des rives cisailées et à au moins 50 mm des rives à l'état brut de laminage. Pour les bandes étroites, des accords particuliers peuvent être prévus lors de la commande.

#### 9.4.2.2 *Largeur*

La largeur doit être mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la bande.

#### 9.4.2.3 *Planéité (facteur d'ondulation)*

L'éprouvette doit être placée sur un marbre suffisamment grand de manière qu'elle ne dépasse aucun des bords; elle est ensuite soulevée d'un côté et on la laisse retomber. La hauteur d'ondulation maximale  $h$  et la longueur d'ondulation  $L$  doivent être mesurées (voir figure 1, page 24). Ne sont prises en considération que les ondulations complètes. Lors de cette détermination, la courbure résiduelle ne doit pas être prise en considération.

Le facteur d'ondulation est égal à  $100 \frac{h}{L}$ .

- length: 280 mm to 310 mm, the lengths being equal within a tolerance of  $\pm 0.5$  mm;
- width:  $30 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ .

Half the test strips shall be cut parallel to the direction of rolling and the other half perpendicular, giving an even distribution across the width of the material. The test strips shall be carefully cut without deformation. The shearing or punching shall only be made with well-sharpened tools. The maximum tolerance between the direction of cutting in relation to the direction of rolling shall be  $5^\circ$ .

When the width of the material is insufficient for a sample of test strips of the required length to be taken across the width, the test strips shall be taken in the direction of rolling only.

### 9.3.2 *Geometric characteristics and tolerances*

For the measurement of thickness, width, flatness and edge camber the test specimen shall consist of a 2 m length strip.

### 9.3.3 *Stacking factor*

The test specimen shall consist of at least 16 strips of identical size. They shall have a width of at least 20 mm and an area of at least  $5000 \text{ mm}^2$ . Their widths shall be equal within a tolerance of  $\pm 0.1 \text{ mm}$  as well as their lengths. The strips shall be carefully deburred before the test.

### 9.4 *Test methods*

For each specified property one test shall be made for each acceptance unit. All the tests shall be made, unless otherwise indicated, at a temperature of  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  and in the as-delivered condition, with the exception of magnetic properties which shall be determined after a reference heat treatment.

#### 9.4.1 *Magnetic properties*

The tests shall be made using a 25 cm Epstein frame in accordance with IEC Publication 404-2.

#### 9.4.2 *Geometric characteristics and tolerances*

##### 9.4.2.1 *Thickness*

The measurement of thickness shall be made using a micrometer with an accuracy of  $0.01 \text{ mm}$  at any point more than 40 mm from the edges.

For wide material, the measurements shall be made at least 40 mm from trimmed edges and at least 50 mm from edges in the as-rolled condition. For narrow strips, special agreements can be made when ordering.

##### 9.4.2.2 *Width*

Width shall be measured perpendicular to the longitudinal axis of the strip.

##### 9.4.2.3 *Flatness (wave factor)*

The test specimen shall be placed on a surface table sufficiently large that it does not overhang the edges; it is then 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 (see Figure 1, page 24). Only completed waves shall be taken into account. During this determination, the residual curvature shall not be taken into account.

The wave factor is equal to  $100 \frac{h}{L}$ .

#### 9.4.2.4 *Rectitude*

On doit placer une règle en contact avec les extrémités du côté concave, et on doit mesurer l'écart maximal  $l$  entre la rive et la règle (voir figure 2, page 24).

#### 9.4.3 *Caractéristiques technologiques*

Le facteur de foisonnement doit être mesuré conformément à la Publication 404-2 de la CEI.

#### 9.5 *Essais complémentaires*

Lorsqu'un essai ne donne pas le résultat exigé, il doit être répété sur un nombre doublé d'éprouvettes provenant d'autres parties de l'unité de réception. Tous ces essais complémentaires doivent donner des résultats satisfaisants; dans ce cas, la livraison est réputée conforme à la commande.

Après remaniement, le producteur a le droit de représenter aux essais des unités de réception qui n'avaient pas été réputées conformes à la commande.

### 10. **Réclamations**

Les défauts internes ou externes ne doivent justifier une réclamation que s'ils sont nettement préjudiciables à la mise en œuvre ou à l'emploi judicieux du produit.

L'utilisateur doit donner la possibilité au fournisseur de se convaincre du bien-fondé de la réclamation en présentant le matériau en litige et des preuves.

Dans tous les cas, les modalités de réclamations doivent être faites conformément à la Norme ISO 404.

### 11. **Informations à fournir lors de la commande**

Pour que le produit réponde correctement aux prescriptions de la présente norme, l'utilisateur devra fournir les informations suivantes lors de sa demande de prix ou de sa commande:

- a) Type du produit et la désignation de la qualité (voir article 6).
- b) Les dimensions requises de la bande (y compris toute limitation sur le diamètre extérieur de la bobine) (voir paragraphes 7.2 et 8.2.2).
- c) Quantité requise (y compris toute limitation de la masse d'une bobine) (voir paragraphe 7.2).
- d) Le type de réception requis y compris la nature des documents correspondants (voir paragraphe 9.1).
- e) Toute prescription particulière relative au marquage des soudures ou discontinuités (voir paragraphe 7.2).
- f) Toute prescription particulière relative à l'état de surface (voir paragraphe 7.4).
- g) Toute autre prescription particulière.

#### 9.4.2.4 *Edge camber*

A ruler shall be placed in contact with the extremities of the concave side and the maximum gap  $l$  between the edge and the ruler shall be measured (see Figure 2, page 24).

#### 9.4.3 *Technological characteristics*

The stacking factor shall be measured in accordance with IEC Publication 404-2.

#### 9.5 *Retests*

When a test does not give the specified result, the test shall be repeated on double the number of test specimens from other parts of the acceptance unit. All these retests shall give satisfactory results, in which case, the delivery shall be considered to conform with the order.

After retreatment, the producer has the right to present again for test acceptance units which have not been found to comply with the order.

### 10. **Complaints**

Internal or external defects shall only justify complaint if they are clearly prejudicial to the method of working or the judicious use of the material.

The purchaser shall give the supplier the opportunity of convincing himself of the fairness of the claim by presenting the material in dispute and evidence for the complaint.

In all cases, the terms and conditions of complaints shall be made in accordance with ISO Standard 404.

### 11. **Ordering information**

For material to comply adequately with the requirements of this standard the purchaser should include the following information in his enquiry or order:

- a) Type of material and the designation of the grade (see Clause 6).
- b) The dimensions of strip required (including any limitations on the external diameter of a coil) (see Sub-clauses 7.2 and 8.2.2).
- c) Quantity required (including any limitations on the weight of a coil) (see Sub-clause 7.2).
- d) The inspection procedure required including the nature of the related documents (see Sub-clause 9.1).
- e) Any special requirements for marking of welds or discontinuities (see Sub-clause 7.2).
- f) Any special requirements for surface condition (see Sub-clause 7.4).
- g) Any other special requirements.

TABEAU I

Caractéristiques magnétiques garanties à 50 Hz

Qualité	Epaisseur nominale (mm)	Pertes totales spécifiques maximales (W/kg) <sup>1)</sup>			Induction magnétique minimale (T) en champ alternatif ou en champ continu ayant une intensité de: <sup>1) 3)</sup>			Facteur de foisonnement <sup>2)</sup>	Masse volumique conventionnelle (kg/dm <sup>3</sup> )
		1,5 T	1,0 T <sup>2)</sup>	1,5 T à 60 Hz <sup>2)</sup>	2500 A/m	5000 A/m	10000 A/m		
660-50-D 5	0,50	6,60	2,80	8,38	1,60	1,70	1,80	0,97	7,85
890-50-D 5		8,90	3,70	11,30	1,58	1,68	1,79	0,97	7,85
1050-50-D 5		10,50	4,30	13,34	1,55	1,65	1,78	0,97	7,85
800-65-D 5	0,65	8,00	3,30	10,16	1,60	1,70	1,80	0,97	7,85
1000-65-D 5		10,00	4,20	12,70	1,58	1,68	1,79	0,97	7,85
1200-65-D 5		12,00	5,00	15,24	1,55	1,65	1,78	0,97	7,85

<sup>1)</sup> Ces valeurs ne concernent que des éprouvettes dans l'état de référence (voir paragraphe 8.1.1).

<sup>2)</sup> Valeurs données à titre indicatif seulement.

<sup>3)</sup> Depuis de nombreuses années, il est courant de donner des valeurs d'induction magnétique comme le montre le tableau ci-dessus. En fait, le cadre d'Epstein mesure la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme  $J = B - \mu_0 H$

où:

$J$  est la polarisation magnétique

$B$  est l'induction magnétique

$\mu_0$  est la constante magnétique

$H$  est la champ magnétique

conformément à la Publication 50(901) de la CEI

Pour les valeurs de 2500 A/m et 5000 A/m la différence est négligeable, mais pour l'intensité de champ de 10000 A/m, les valeurs ci-dessus doivent être diminuées de 0,01 T pour obtenir la polarisation magnétique.