

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60404-8-4**

Deuxième édition  
Second edition  
1998-05

---

---

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 8-4:**

**Spécifications pour matériaux particuliers –  
Tôles magnétiques en acier à grains non orientés,  
laminées à froid et livrées à l'état fini**

**Magnetic materials –**

**Part 8-4:**

**Specifications for individual materials –  
Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and  
strip delivered in the fully-processed state**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60404-8-4:1998

## 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 (VEI)*.

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

60404-8-4

Deuxième édition  
Second edition  
1998-05

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 8-4:**

**Spécifications pour matériaux particuliers –  
Tôles magnétiques en acier à grains non orientés,  
laminées à froid et livrées à l'état fini**

**Magnetic materials –**

**Part 8-4:**

**Specifications for individual materials –  
Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and  
strip delivered in the fully-processed state**

© IEC 1998 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 Varembe 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

R

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

## SOMMAIRE

|                                                                                                               | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                            | 4     |
| Articles                                                                                                      |       |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                 | 6     |
| 2 Références normatives .....                                                                                 | 6     |
| 3 Définitions .....                                                                                           | 8     |
| 4 Classification .....                                                                                        | 8     |
| 5 Désignation .....                                                                                           | 8     |
| 6 Prescriptions générales .....                                                                               | 10    |
| 6.1 Procédé d'élaboration .....                                                                               | 10    |
| 6.2 Mode de livraison .....                                                                                   | 10    |
| 6.3 Etat de livraison .....                                                                                   | 10    |
| 6.4 Etat de surface .....                                                                                     | 10    |
| 6.5 Aptitude au découpage .....                                                                               | 12    |
| 7 Prescriptions techniques .....                                                                              | 12    |
| 7.1 Caractéristiques magnétiques .....                                                                        | 12    |
| 7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances .....                                                         | 14    |
| 7.3 Caractéristiques technologiques .....                                                                     | 18    |
| 8 Contrôle .....                                                                                              | 18    |
| 8.1 Généralités .....                                                                                         | 18    |
| 8.2 Prélèvement des échantillons .....                                                                        | 18    |
| 8.3 Préparation des éprouvettes .....                                                                         | 20    |
| 8.4 Méthodes d'essais .....                                                                                   | 22    |
| 8.5 Essais complémentaires .....                                                                              | 24    |
| 9 Marquage, étiquetage et emballage .....                                                                     | 24    |
| 10 Réclamations .....                                                                                         | 24    |
| 11 Informations à fournir par l'acheteur .....                                                                | 26    |
| Annexe A (normative) Caractéristiques technologiques et magnétiques des tôles<br>de 0,47 mm d'épaisseur ..... | 32    |
| Annexe B (informative) Caractéristiques magnétiques non garanties .....                                       | 34    |
| Annexe C (informative) Désignation numérique européenne des aciers .....                                      | 36    |

## CONTENTS

|                                                                                                            | Page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                                             | 5    |
| Clause                                                                                                     |      |
| 1 Scope .....                                                                                              | 7    |
| 2 Normative references .....                                                                               | 7    |
| 3 Definitions .....                                                                                        | 9    |
| 4 Classification .....                                                                                     | 9    |
| 5 Designation .....                                                                                        | 9    |
| 6 General requirements .....                                                                               | 11   |
| 6.1 Production process .....                                                                               | 11   |
| 6.2 Form of supply .....                                                                                   | 11   |
| 6.3 Delivery condition .....                                                                               | 11   |
| 6.4 Surface condition .....                                                                                | 11   |
| 6.5 Suitability for cutting .....                                                                          | 13   |
| 7 Technical requirements .....                                                                             | 13   |
| 7.1 Magnetic properties .....                                                                              | 13   |
| 7.2 Geometric characteristics and tolerances .....                                                         | 15   |
| 7.3 Technological characteristics .....                                                                    | 19   |
| 8 Inspection and testing .....                                                                             | 19   |
| 8.1 General .....                                                                                          | 19   |
| 8.2 Selection of samples .....                                                                             | 19   |
| 8.3 Preparation of test specimens .....                                                                    | 21   |
| 8.4 Test methods .....                                                                                     | 23   |
| 8.5 Retests .....                                                                                          | 25   |
| 9 Marking, labelling and packaging .....                                                                   | 25   |
| 10 Complaints .....                                                                                        | 25   |
| 11 Information to be supplied by the purchaser .....                                                       | 27   |
| Annex A (normative) Technological and magnetic properties of sheet and strip<br>of thickness 0,47 mm ..... | 33   |
| Annex B (informative) Non-specified magnetic properties .....                                              | 35   |
| Annex C (informative) European steel numbers .....                                                         | 37   |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale 60404-8-4 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1986, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 68/178/FDIS | 68/184/RVD      |

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## MAGNETIC MATERIALS –

**Part 8-4: Specifications for individual materials –  
Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and strip  
delivered in the fully-processed state**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60404-8-4 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1986, of which it constitutes a technical revision.

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 68/178/FDIS | 68/184/RVD       |

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60404 a pour objet de définir les qualités de tôles magnétiques en acier à grains non orientés de 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm d'épaisseur nominale. Elle donne en particulier les prescriptions générales, les caractéristiques magnétiques, les caractéristiques géométriques et les tolérances, les caractéristiques technologiques ainsi que les conditions de réception.

NOTE – La présente norme donne dans l'annexe A les caractéristiques magnétiques à 50 Hz et 60 Hz des tôles de 0,47 mm d'épaisseur.

La présente norme est applicable aux produits livrés après recuit final destinés à la construction de circuits magnétiques. Elle ne s'applique pas aux produits semi-finis.

Ces produits correspondent à l'article C21 de la CEI 60404-1.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60404. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60404 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(121):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 121: Electromagnétisme*

CEI 60050(221):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*

CEI 60404-1:1979, *Matériaux magnétiques – Partie 1: Classification*

CEI 60404-2:1996, *Matériaux magnétiques – Partie 2: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des tôles et bandes magnétiques au moyen d'un cadre Epstein*

CEI 60404-3:1992, *Matériaux magnétiques – Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique*

CEI 60404-9:1987, *Matériaux magnétiques – Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier*

CEI 60404-13:1995, *Matériaux magnétiques – Partie 13: Méthodes de mesure de la masse volumique, de la résistivité et du facteur de foisonnement des tôles et bandes magnétiques*

ISO 404:1992, *Aciers et produits sidérurgiques – Conditions générales techniques de livraison*

## MAGNETIC MATERIALS –

### **Part 8-4: Specifications for individual materials – Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully-processed state**

#### **1 Scope**

This part of IEC 60404 defines the grades of cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and strip in nominal thicknesses of 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm. In particular, it specifies general requirements, the magnetic properties, geometric characteristics and tolerances, and technological characteristics, as well as the inspection procedure.

NOTE – This standard gives in annex A the magnetic properties at 50 Hz and 60 Hz of electrical sheet and strip of thickness 0,47 mm.

This standard applies to materials supplied in the fully annealed condition intended for the construction of magnetic circuits. It does not apply to semi-processed material.

These magnetic materials correspond to clause C21 of IEC 60404-1.

#### **2 Normative references**

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60404. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60404 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(121):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 121: Electro-magnetism*

IEC 60050(221):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 221: Magnetic materials and components*

IEC 60404-1:1979, *Magnetic materials – Part 1: Classification*

IEC 60404-2:1996, *Magnetic materials – Part 2: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel sheet and strip by means of an Epstein frame*

IEC 60404-3:1992, *Magnetic materials – Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester*

IEC 60404-9:1987, *Magnetic materials – Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip*

IEC 60404-13:1995, *Magnetic materials – Part 13: Methods of measurement of density, resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip*

ISO 404:1992, *Steel and steel products – General technical delivery requirements*

ISO 7799:1985, *Matériaux métalliques – Tôles et feuillets d'épaisseur inférieure ou égale à 3 mm – Essai de pliage alterné*

ISO 10474:1991, *Aciers et produits sidérurgiques – Documents de contrôle*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions des principaux termes relatifs aux caractéristiques magnétiques données dans la CEI 60050(121) et la CEI 60050(221) s'appliquent ainsi que les définitions suivantes:

#### 3.1

##### **rectitude**

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

#### 3.2

##### **planéité (facteur d'ondulation)**

propriété d'une feuille ou d'une longueur de bande qui est caractérisée par le facteur d'ondulation, c'est-à-dire le rapport de la hauteur de l'ondulation à sa longueur

#### 3.3

##### **nombre de pliages**

nombre de pliages alternés possibles avant l'apparition de la première fissure visible à l'oeil nu dans le métal de base; il constitue un indice pour l'appréciation de la ductilité de la tôle

#### 3.4

##### **tensions internes**

tensions caractérisées par une déviation par rapport à la ligne de cisailage

### 4 Classification

Les qualités prévues dans la présente norme sont échelonnées d'après la valeur des pertes totales spécifiques maximales en watts par kilogramme ainsi que d'après l'épaisseur nominale du produit (0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm, 1,00 mm et 0,47 mm en annexe A).

### 5 Désignation

La désignation symbolique de l'acier comprend dans l'ordre:

- 1) la lettre M pour l'acier magnétique;
- 2) le centuple de la valeur spécifiée des pertes totales spécifiques maximales, exprimées en watts par kilogramme, correspondant à l'épaisseur nominale du produit, à une fréquence de 50 Hz et pour une induction de 1,5 T;

NOTE – Pour les produits spécifiés dans l'annexe A, les pertes totales spécifiques maximales à 60 Hz sont utilisées de la même façon pour la désignation.

- 3) le centuple de l'épaisseur nominale du produit en millimètres;
- 4) la lettre caractéristique A pour les tôles magnétiques à grains non orientés livrées à l'état fini;
- 5) le dixième de la fréquence à 50 Hz, soit 5 (sauf pour les produits définis dans l'annexe A pour lesquels la fréquence est 60 Hz, soit 6).

ISO 7799:1985, *Metallic materials – Sheet and strip 3 mm thick or less – Reverse bend test*

ISO 10474:1991, *Steel and steel products – Inspection documents*

### 3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions of the principal terms relating to magnetic properties given in IEC 60050(121) and IEC 60050(221) apply, as well as the following definitions:

#### 3.1

##### **edge camber**

greatest distance between a longitudinal edge of the sheet and the line joining the two extremities of the measured length of this edge

#### 3.2

##### **flatness (wave factor)**

property of a sheet or a length of strip which is characterized by the wave factor, i.e. by the relation of the height of the wave to its length

#### 3.3

##### **number of bends**

number of alternate bends possible before the appearance in the base metal of the first crack visible to the naked eye; it constitutes an indication of the ductility of the material

#### 3.4

##### **internal stresses**

stresses which are characterized by a deviation in relation to the line of cutting

### 4 Classification

The grades covered by this standard are classified according to the value of maximum specific total loss in watts per kilogram and according to the nominal thickness of the material (0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm; 1,00 mm and 0,47 mm in annex A).

### 5 Designation

The steel name comprises the following in the order given:

- 1) the letter M for electrical steel;
- 2) one hundred times the specified value of the maximum specific total loss at 1,5 T at 50 Hz, in watts per kilogram, and corresponding to the nominal product thickness;

NOTE – By analogy, for products specified in annex A, the maximum specific total loss at 60 Hz is used for designation purposes.

- 3) one hundred times the nominal thickness of the material, in millimetres;
- 4) the characteristic letter A for non-oriented electrical sheet or strip supplied in the fully processed state;
- 5) one tenth of the frequency 50 Hz, i.e. 5 (but for products defined in annex A, the frequency is 60 Hz, i.e. 6).

EXEMPLE M250-35A 5 pour une tôle magnétique à grains non orientés avec des pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T de 2,50 W/kg à 50 Hz, une épaisseur nominale de 0,35 mm et livrée à l'état fini.

NOTE – L'annexe C donne la désignation numérique des aciers utilisée dans la norme européenne correspondante.

## 6 Prescriptions générales

### 6.1 Procédé d'élaboration

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

### 6.2 Mode de livraison

Les produits sont livrés en paquets pour les feuilles et en bobines pour les bandes.

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

La valeur recommandée pour le diamètre intérieur des bobines est approximativement de 500 mm.

Les feuilles constituant chaque paquet doivent être superposées de telle sorte que les faces latérales des paquets soient sensiblement planes et à peu près perpendiculaires à la face supérieure.

La bande doit être de largeur constante et son enroulement doit être réalisé de façon 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 bandes peuvent présenter occasionnellement des soudures ou des discontinuités résultant de l'élimination de zones défectueuses, selon accord préalable entre les parties. En cas de besoin, un repérage des soudures ou des discontinuités peut faire l'objet d'un accord à la commande.

Pour les bobines présentant des cordons de soudure ou des discontinuités, chaque partie de bande doit appartenir à la même nuance.

Les rives des parties soudées l'une à l'autre ne doivent pas être décalées l'une par rapport à l'autre dans une proportion telle que la mise en oeuvre en soit compromise.

### 6.3 Etat de livraison

Les produits peuvent être livrés soit non isolés, soit isolés sur une ou deux faces. Dans le cas de livraison de produits isolés, la nature de l'isolation, ses propriétés, le facteur de foisonnement de la tôle et leur vérification doivent faire l'objet d'un accord à la commande.

### 6.4 Etat de surface

Les surfaces doivent être unies et propres, exemptes de graisses et de rouille<sup>1)</sup>. Des défauts dispersés, tels que stries, soufflures, criques, etc. sont tolérés s'ils se situent dans les limites des écarts tolérés sur l'épaisseur et s'ils ne sont pas susceptibles de nuire à l'utilisation correcte du produit fourni.

1) A ne pas confondre avec certaines colorations de la couche isolante inhérentes au processus de fabrication.

EXAMPLE M250-35A 5 for electrical non-oriented steel sheet or strip with a maximum specific total loss at 1,5 T of 2,50 W/kg at 50 Hz, a nominal thickness of 0,35 mm, supplied in the fully-processed state.

NOTE – The corresponding steel numbers used in the European standard are given in annex C.

## 6 General requirements

### 6.1 Production process

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

### 6.2 Form of supply

The material is supplied in bundles in the case of sheets and in coils in the case of strip.

The mass of bundles of sheets or coils shall be agreed at the time of ordering.

The recommended value for the internal diameter of coils is approximately 500 mm.

Sheets which make up each bundle shall be stacked so that the side faces are substantially flat, and approximately perpendicular to the top face.

Strip shall be of constant width and wound in such a manner that the side faces of the coil are substantially flat.

Coils shall be sufficiently tightly wound in order that they do not collapse under their own weight.

Strip can occasionally exhibit welds or interleaves resulting from the removal of defective zones, subject to prior agreement between the parties. If necessary, marking of welds or interleaves may be agreed on at the time of ordering.

For coils containing welds or interleaves, each part of the strip shall be of the same grade.

The edges of parts welded together shall not be so much out of alignment as to affect the further processing of the material.

### 6.3 Delivery condition

The material can be supplied either without insulation or with insulation on one or both sides. If the material is supplied with insulation, the nature of the insulation, its properties, and the stacking factor and their verification shall be agreed at the time of ordering.

### 6.4 Surface condition

The surfaces shall be smooth and clean, free from grease and rust<sup>1)</sup>. Dispersed defects such as scratches, blisters, cracks, etc. are permitted if they are within the limits of thickness tolerances, and if they are not detrimental to the correct use of the supplied material.

---

<sup>1)</sup> This should not be confused with some coloration of the insulation coating inherent in the manufacturing process.

Lorsqu'une couche isolante est présente sur la surface du produit, elle doit être suffisamment adhérente pour ne pas se détacher lors des opérations de découpage. Lors de l'essai de pliage alterné (voir 8.4.3.2), la couche superficielle ne doit pas se détacher après un pliage à 90°. En cas de décollement de cette couche superficielle lors de cet essai, la pièce dans laquelle a été prélevé l'échantillon doit être soumise à un essai de découpage. Au cours de cet essai, le décollement de grands morceaux de la couche superficielle n'est pas admis; cependant, un léger écaillage de cette couche aux arêtes de coupe est toléré.

## 6.5 Aptitude au découpage

Les produits doivent pouvoir être découpés ou poinçonnés sans entraîner une usure prématurée des outils; ils doivent pouvoir être coupés en tout point et suivant des formes habituelles en assurant un travail précis avec des outils de découpage corrects. Dans le cas de sollicitations particulières au découpage et au poinçonnage, des conventions sur un essai d'aptitude doivent être établies entre le producteur et l'acheteur.

## 7 Prescriptions techniques

### 7.1 Caractéristiques magnétiques

Les caractéristiques définies en 7.1.1 à 7.1.3 s'appliquent aux produits dans les conditions de livraison définies en 6.3. Pour les produits revêtus, la masse du revêtement isolant doit être prise en compte.

#### 7.1.1 Polarisation magnétique

Les valeurs minimales garanties pour la polarisation magnétique dans le cas des intensités de champ magnétique  $H$  de 2 500 A/m, 5 000 A/m et 10 000 A/m doivent être telles que cela est indiqué au tableau 2.

La polarisation magnétique doit être déterminée en champ magnétique alternatif (exprimé en valeur de crête) à la fréquence de 50 Hz.

Pour les produits de 0,47 mm d'épaisseur nominale, la polarisation magnétique mesurée à 60 Hz doit être telle que cela est indiqué au tableau A.1.

#### 7.1.2 Pertes totales spécifiques

Les valeurs garanties à 50 Hz ou 60 Hz des pertes totales spécifiques maximales doivent être conformes au tableau 2. Elles s'appliquent

- pour les épaisseurs de 0,35 mm, 0,50 mm et 0,65 mm aux éprouvettes vieilles (voir 8.3.1);
- pour l'épaisseur de 1,00 mm aux éprouvettes non vieilles.

Dans certains cas, la valeur garantie des pertes totales spécifiques maximales peut faire l'objet d'un accord soit pour les éprouvettes longitudinales soit pour les éprouvettes transversales.

Les valeurs des pertes totales spécifiques sont garanties pour une polarisation magnétique de 1,5 T.

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

L'annexe A donne les pertes totales spécifiques maximales pour les produits d'épaisseur nominale de 0,47 mm pour une polarisation magnétique de 1,5 T à 50 Hz et 60 Hz.

L'annexe B donne les pertes totales spécifiques maximales pour une polarisation magnétique de 1,0 T à 50 Hz.

When an insulation coating is present on the surface of the material, it shall be sufficiently adherent so that it does not become detached during cutting operations. During the alternating bend test (see 8.4.3.2), the coating shall not become detached after a bend of 90°. If the coating becomes detached during the test, the piece from which the sample was taken shall be subjected to a shearing test. During this test, it shall not be admissible for large pieces of the coating to become detached; however, the slight chipping of this coating at the shearing edges shall be tolerated.

## 6.5 Suitability for cutting

The material shall be able to be cut or punched without causing premature wear of tools; it shall be able to be cut at any point and into the usual shapes, thus ensuring accurate working with the correct cutting tools. If there are special requirements with regard to a suitability test for cutting or punching, these shall be established by agreement between the manufacturer and the purchaser.

## 7 Technical requirements

### 7.1 Magnetic properties

The properties defined in 7.1.1 to 7.1.3 are applicable to products in the delivery conditions defined in 6.3. For coated products, the mass of the insulation coating shall be taken into account.

#### 7.1.1 Magnetic polarization

The minimum specified values of magnetic polarization for magnetic field strengths  $H$  of 2 500 A/m, 5 000 A/m and 10 000 A/m shall be as given in table 2.

The magnetic polarization shall be determined in an alternating magnetic field (expressed as a peak value) at 50 Hz.

For material of thickness 0,47 mm, the magnetic polarization shall be as specified in table A.1, measured at 60 Hz.

#### 7.1.2 Specific total loss

The specified values of maximum specific total loss at 50 Hz or 60 Hz shall be as given in table 2. They apply

- for the thicknesses 0,35 mm, 0,50 mm and 0,65 mm to aged test pieces (see 8.3.1);
- for the thickness 1,00 mm to non-aged test pieces.

In certain cases, the specified value of maximum specific total loss can be made the subject of agreement for longitudinal test pieces only or for transverse test pieces only.

The values of the specific total loss are specified for a magnetic polarization of 1,5 T.

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

Annex A gives the maximum specific total loss for a magnetic polarization of 1,5 T at 50 Hz and 60 Hz for products of 0,47 mm thickness.

Annex B gives the maximum specific total loss for a magnetic polarization of 1,0 T at 50 Hz.

### 7.1.3 Anisotropie des pertes

Elle est garantie à l'induction magnétique de 1,5 T. Les valeurs maximales admises doivent être telles que cela est indiqué au tableau 2.

## 7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

### 7.2.1 Épaisseur

Les épaisseurs nominales des produits sont de 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm.

NOTE – L'épaisseur de 0,47 mm est également prévue dans l'annexe A.

Pour les tolérances sur l'épaisseur, on distingue

- l'écart toléré par rapport à l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une unité de réception;
- la différence d'épaisseur dans une feuille ou dans une longueur de bande suivant une direction parallèle au sens du laminage;
- la différence d'épaisseur suivant une direction perpendiculaire au sens du laminage. Cette tolérance ne s'applique qu'aux produits de largeur supérieure à 150 mm.

L'écart toléré sur l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une même unité de réception doit être de  $\pm 8$  % de la valeur nominale pour l'épaisseur de 0,35 mm et 0,50 mm, et de  $\pm 6$  % de la valeur nominale pour les épaisseurs de 0,65 mm et 1,00 mm. La surépaisseur due aux soudures par rapport à l'épaisseur mesurée de la tôle ne doit pas dépasser 0,050 mm.

La différence d'épaisseur à l'intérieur d'une feuille ou d'une longueur de bande (voir 8.3.2) dans une direction parallèle au sens de laminage ne doit pas dépasser 8 % de la valeur nominale pour les épaisseurs de 0,35 mm et 0,50 mm, et de 6 % de la valeur nominale pour les épaisseurs de 0,65 mm et 1,00 mm.

La différence d'épaisseur dans une direction perpendiculaire au sens du laminage ne doit pas dépasser 0,020 mm pour les épaisseurs de 0,35 mm et 0,50 mm, et 0,030 mm pour les épaisseurs de 0,65 mm et 1,00 mm, les mesures étant faites à 30 mm au moins des rives (voir 8.4.2.1). Cette tolérance ne s'applique qu'aux produits de largeur supérieure à 150 mm. Pour des bandes étroites, d'autres conventions peuvent être prévues par accord.

### 7.2.2 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 rives cisailées, les tolérances du tableau 1 doivent être appliquées:

### 7.1.3 Anisotropy of loss

This is specified at a polarization of 1,5 T. The maximum permitted values shall be as specified in table 2.

## 7.2 Geometric characteristics and tolerances

### 7.2.1 Thickness

The nominal thicknesses of the material are 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm.

NOTE – The thickness of 0,47 mm is also given in annex A.

For thickness tolerance, a distinction is made between

- the allowable tolerance on the nominal thickness within the same acceptance unit;
- the difference in thickness in a sheet or in a length of strip in a direction parallel to the direction of rolling;
- the difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling. This tolerance applies only to materials with a width greater than 150 mm.

The allowable tolerance on the nominal thickness within the same acceptance unit shall be  $\pm 8$  % of the nominal value for the thicknesses 0,35 mm and 0,50 mm, and  $\pm 6$  % of the nominal value for the thicknesses 0,65 mm and 1,00 mm. The additional thickness due to welds, with respect to the measured thickness of the steel sheet or strip, shall not exceed 0,050 mm.

The difference in thickness in a sheet or in a length of strip (see 8.3.2) in a direction parallel to the direction of rolling shall not exceed 8 % for nominal thicknesses 0,35 mm and 0,50 mm, and 6 % for nominal thicknesses 0,65 mm and 1,00 mm.

The difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling shall not exceed 0,020 mm for thicknesses of 0,35 mm and 0,50 mm, and 0,030 mm for the thicknesses of 0,65 mm and 1,00 mm, the measurements being made at least 30 mm from the edges (see 8.4.2.1). These tolerances apply only to materials with a width greater than 150 mm. For narrow strips, other agreements may be reached.

### 7.2.2 Width

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

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

For materials supplied with trimmed edges, the tolerances of table 1 shall apply.

**Tableau 1 – Tolérances sur la largeur nominale**

| Largeur nominale $l$<br>mm                                                                                         | Tolérance<br>mm |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| $l \leq 150$                                                                                                       | +0,2<br>0       |
| $150 < l \leq 300$                                                                                                 | +0,3<br>0       |
| $300 < l \leq 600$                                                                                                 | +0,5<br>0       |
| $600 < l \leq 1\,000$                                                                                              | +1,0<br>0       |
| $1\,000 < l \leq 1\,250$                                                                                           | +1,5<br>0       |
| NOTE – Par accord particulier à la commande, les tolérances sur la largeur nominale peuvent être toutes négatives. |                 |

Dans le cas de produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage, les tolérances sur la largeur nominale feront l'objet d'un accord à la commande.

### 7.2.3 Longueur

La tolérance de longueur des tôles par rapport à la longueur commandée doit être  $^{+0,5}_0$  %, mais au maximum +6 mm.

### 7.2.4 Rectitude

La vérification de la rectitude ne s'applique qu'aux produits livrés avec rives cisillées de largeur supérieure à 30 mm.

La rectitude ne doit pas dépasser pour une longueur de mesure de 2 m

- 2,0 mm pour une largeur nominale telle que  $l > 150$  mm;
- 4,0 mm pour une largeur nominale  $l$  telle que  $30 \text{ mm} < l \leq 150$  mm.

### 7.2.5 Planéité (facteur d'ondulation)

La vérification de la planéité ne s'applique pas aux tôles de largeur inférieure ou égale à 100 mm.

Le facteur d'ondulation (voir 8.4.2.4), exprimé en pourcentage, ne doit pas dépasser 2.

### 7.2.6 Courbure résiduelle

La vérification de la courbure résiduelle ne s'applique pas aux tôles de largeur inférieure ou égale à 100 mm.

Une clause concernant la courbure résiduelle peut être prévue par accord à la commande; dans ce cas, la distance entre le bord inférieur de l'éprouvette et la plaque support ne doit pas dépasser 35 mm pour les produits d'une épaisseur de 0,35 mm, 0,50 mm et 0,65 mm. Pour l'épaisseur 1,00 mm, cette distance doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

**Table 1 – Tolerances on nominal width**

| Nominal width $l$<br>mm                                                                         | Tolerances<br>mm |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| $l \leq 150$                                                                                    | +0,2<br>0        |
| $150 < l \leq 300$                                                                              | +0,3<br>0        |
| $300 < l \leq 600$                                                                              | +0,5<br>0        |
| $600 < l \leq 1\,000$                                                                           | +10<br>0         |
| $1\,000 < l \leq 1\,250$                                                                        | +15<br>0         |
| NOTE – By agreement when ordering, the tolerances on the nominal width can all be minus values. |                  |

For materials supplied with as-rolled edges, the tolerances on nominal width should be the subject of agreement when ordering.

### 7.2.3 Length

The tolerance on length for sheets in relation to length ordered shall be  $^{+0,5}_0$  %, but with a maximum of +6 mm.

### 7.2.4 Edge camber

The verification of edge camber applies only to material supplied with trimmed edges, and having a width greater than 30 mm.

The edge camber shall not exceed for a measuring length of 2 m

- 2,0 mm for a nominal width  $l > 150$  mm;
- 4,0 mm for a nominal width  $l$ , so that  $30 \text{ mm} < l \leq 150$  mm.

### 7.2.5 Flatness (wave factor)

The verification of flatness does not apply to material of width less than or equal to 100 mm. The wave factor (see 8.4.2.4), expressed as a percentage, shall not exceed 2.

### 7.2.6 Residual curvature

The verification of residual curvature does not apply to material of width less than or equal to 100 mm.

A requirement concerning residual curvature can be specified by agreement when ordering; in this case, the distance between the bottom edge of the test specimen and the supporting plate shall not exceed 35 mm for the products of thicknesses 0,35 mm, 0,50 mm and 0,65 mm. For the thickness 1,00 mm, this distance shall be subject to an agreement between the supplier and the purchaser.

### 7.3 Caractéristiques technologiques

#### 7.3.1 Masse volumique

La masse volumique des produits n'est pas garantie.

La valeur conventionnelle de la masse volumique utilisée pour calculer les caractéristiques magnétiques et le facteur de foisonnement doit être telle que mentionné au tableau 2.

#### 7.3.2 Facteur de foisonnement

Les valeurs minimales doivent être telles que cela est spécifié au tableau 2 et ne s'appliquent qu'aux tôles non isolées.

#### 7.3.3 Nombre de pliages

Le nombre minimal de pliages doit être celui indiqué au tableau 2. Les valeurs s'appliquent aux éprouvettes prélevées perpendiculairement à la direction du laminage.

#### 7.3.4 Tensions internes

Les tôles doivent être, dans toute la mesure possible, exemptes de tensions internes.

La vérification des tensions internes n'est pas applicable aux tôles de largeur inférieure ou égale à 150 mm. L'écart mesuré ne doit pas dépasser 2 mm (voir 8.3.3.3).

## 8 Contrôle

### 8.1 Généralités

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

Dans le cas d'une commande avec contrôle spécifique, la nature du document de contrôle selon l'ISO 10474 doit être précisée à la commande. Dans ce cas, la livraison est divisée en unité de réception.

Chaque unité de réception doit être constituée par 20 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.

Pour les bobines de plus de 20 t, chaque bobine doit constituer une unité de réception.

Sauf convention particulière, les mêmes règles s'appliquent au contrôle des tensions internes, de l'aptitude au découpage, de la résistance d'isolement superficiel et des tolérances de forme et de dimensions.

### 8.2 Prélèvement des échantillons

Des échantillons 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 non comme étant représentatives de la qualité du reste de la bobine. Les prélèvements doivent être effectués sur les premières spires extérieures ou intérieures, à l'exclusion de la spire d'emballage et en dehors des zones de soudure ou de discontinuités.

### **7.3 Technological characteristics**

#### **7.3.1 Density**

The density of the material is not specified.

The conventional values of density used to calculate the magnetic properties and the stacking factor shall be as given in table 2.

#### **7.3.2 Stacking factor**

The minimum values shall be as specified in table 2 and only apply to non-insulated material.

#### **7.3.3 Number of bends**

The minimum number of bends shall be as specified in table 2. The values apply to test specimens cut perpendicular to the direction of rolling.

#### **7.3.4 Internal stresses**

The material shall be as far as possible free from internal stresses.

The verification of internal stresses does not apply to materials of width less than or equal to 150 mm. The measured gap shall not exceed 2 mm (see 8.3.3.3).

## **8 Inspection and testing**

### **8.1 General**

The material defined by this standard can be ordered with or without specific inspection in accordance with ISO 404. However, as a dispensation from ISO 404, in the case of an order without inspection, the manufacturer shall supply a certificate giving the specific total loss of the supplied material.

In the case of an order with specific inspection, the type of inspection document in accordance with ISO 10474 shall be specified when ordering. In this case, the delivery is divided into acceptance units.

Each acceptance unit shall comprise 20 t or the remaining fraction thereof of the same grade and the same nominal thickness. Different acceptance units can be adopted by special agreement.

For coils of more than 20 t, each coil shall constitute an acceptance unit.

Except by special agreement, the same rules apply to the inspection of internal stress, suitability for cutting adherence of surface insulation and tolerances of shape and dimensions.

### **8.2 Selection of samples**

Test samples shall be taken from each acceptance unit.

The first internal turn and the last external turn of the coil shall be considered as wrapping and not representative of the quality of the remainder of the coil; the selection shall be made from the first external or internal turns excluding the wrapping turn and outside any welding zones or interleaves.

Dans le cas des feuilles, les prélèvements doivent être faits de préférence sur la partie supérieure du paquet.

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

### **8.3 Préparation des éprouvettes**

#### **8.3.1 Caractéristiques magnétiques**

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

- longueur 280 mm à 310 mm, les longueurs étant égales avec une tolérance de  $\pm 0,5$  mm;
- largeur 30 mm  $\pm 0,2$  mm.

La moitié des bandes doit être 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 spécifiée doit être de  $\pm 5^\circ$ .

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

Dans le cas de mesure de pertes totales spécifiques sur éprouvettes vieilles, celles-ci doivent être recuites à  $225^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  pendant une durée de 24 h et doivent être refroidies à la température ambiante.

#### **8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances**

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

Pour la mesure de la courbure résiduelle, l'éprouvette doit être constituée par un prélèvement de 500 mm de long, dont la largeur est la largeur de livraison de la tôle.

#### **8.3.3 Caractéristiques technologiques**

##### **8.3.3.1 Facteur de foisonnement**

L'éprouvette doit être constituée d'au moins 16 bandes de même taille; en cas de litige, l'essai doit être effectué sur 100 bandes. Elles doivent avoir une largeur d'au moins 20 mm et une surface d'au moins 5 000 mm<sup>2</sup>, leurs largeurs étant égales avec une tolérance de  $\pm 0,1$  mm ainsi que leurs longueurs. Les éprouvettes doivent être soigneusement ébavurées avant l'essai.

##### **8.3.3.2 Nombre de pliages**

Deux éprouvettes d'au moins 20 mm de large doivent être prélevées perpendiculairement au sens du laminage, à une distance d'au moins 40 mm de la rive et du milieu et en dehors de toute zone de soudure.

Lorsque la largeur du produit est insuffisante pour un prélèvement des éprouvettes transversales de longueur prescrite, les éprouvettes doivent être prélevées dans la direction du laminage. Dans ce cas, les valeurs du tableau 2 s'appliquent également.

Les éprouvettes doivent être soigneusement découpées sans déformation.

In the case of sheets, the selection shall be made preferably from the upper part of the bundle.

By choosing a suitable order for the execution of the tests, the same sample shall serve to check the various properties.

### **8.3 Preparation of test specimens**

#### **8.3.1 Magnetic properties**

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

- 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. Cutting or punching shall be carried out only with well-sharpened tools. The maximum tolerance between the direction of cutting in relation to the specified direction shall be  $\pm 5^\circ$ .

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

In the case of measurement of specific total loss on aged test pieces, these shall be heated at  $225^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  for a duration of 24 h and shall be cooled to ambient temperature.

#### **8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances**

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

For the measurement of residual curvature, the test specimen shall consist of a sample 500 mm in length and of width equal to the delivery width of the sheet or strip.

#### **8.3.3 Technological characteristics**

##### **8.3.3.1 Stacking factor**

The test specimen shall consist of at least 16 strips of the same size; in case of dispute, the test shall be made with 100 strips. They shall have a width of at least 20 mm and a surface area of at least  $5\,000 \text{ mm}^2$ , their widths being equal within a tolerance of  $\pm 0,1 \text{ mm}$ , as well as their lengths. The test strips shall be carefully deburred before the test.

##### **8.3.3.2 Number of bends**

Two test specimens at least 20 mm wide shall be cut perpendicular to the direction of rolling of the sheet, at a distance of at least 40 mm from the edge and from the middle, and outside any welding zones.

If the width of the material is not great enough for transverse test specimens of the prescribed length to be taken, the test specimens shall be taken in the direction of rolling. In this case, the values of table 2 also apply.

The test specimens shall be carefully cut, without deformation.

### 8.3.3.3 Tensions internes

L'éprouvette doit être constituée par une feuille ou une longueur de bande de 1 m.

## 8.4 Méthodes d'essais

Pour chaque caractéristique garantie, un essai doit être effectué par unité de réception. Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués à une température de  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

### 8.4.1 Caractéristiques magnétiques

#### 8.4.1.1 Polarisation magnétique et pertes totales spécifiques

Les essais doivent être effectués à l'aide d'un cadre Epstein de 25 cm conformément à la CEI 60404-2.

NOTE – En remplacement de la méthode d'Epstein, l'essai sur tôle unique défini dans la CEI 60404-3 peut être utilisé par accord entre le fournisseur et l'acheteur. Dans ce cas, les valeurs spécifiées à obtenir peuvent également faire l'objet d'un accord.

#### 8.4.1.2 Anisotropie des pertes

Deux mesures des pertes en watts par kilogramme doivent être effectuées, l'une sur 16 bandes Epstein prélevées perpendiculairement au sens du laminage et l'autre sur 16 bandes Epstein prélevées parallèlement au sens de laminage.

L'anisotropie des pertes,  $T$ , (en pourcentage) est calculée selon la formule suivante:

$$T = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} \times 100$$

où

$W_1$  est la perte, en watts par kilogramme, perpendiculairement au sens du laminage;

$W_2$  est la perte, en watts par kilogramme, parallèlement au sens du laminage.

### 8.4.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

#### 8.4.2.1 Épaisseur

La mesure de l'épaisseur doit être faite en tout point situé à plus de 30 mm des rives. Pour les produits de largeur inférieure à 60 mm, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée dans l'axe longitudinal de la tôle. Cette mesure doit être effectuée en utilisant un comparateur ayant une précision de 0,001 mm.

#### 8.4.2.2 Largeur

La largeur doit être mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal du produit.

#### 8.4.2.3 Rectitude

La rectitude doit être déterminée conformément à la CEI 60404-9.

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

Le facteur d'ondulation doit être déterminé conformément à la CEI 60404-9.

### 8.3.3.3 Internal stresses

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip of 1 m.

## 8.4 Test methods

For each specified property, one test shall be carried out per acceptance unit. Unless otherwise specified, the tests shall be made at a temperature of  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

### 8.4.1 Magnetic properties

#### 8.4.1.1 Magnetic polarization and specific total loss

The test shall be made using a 25 cm Epstein frame in accordance with IEC 60404-2.

NOTE – As an alternative to the Epstein method, the single sheet tester described in IEC 60404-3 may be used by agreement between the manufacturer and purchaser. In this case, the specified values to be obtained with the single sheet tester may also be subject to agreement.

#### 8.4.1.2 Anisotropy of loss

Two measurements of the loss in watts per kilogram shall be made, one on 16 Epstein test strips taken perpendicular to the direction of rolling, and one on 16 Epstein test strips taken parallel to the direction of rolling.

The anisotropy of the loss  $T$  (in percent) is calculated according to the following formula:

$$T = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} \times 100$$

where

$W_1$  is the loss, in watts per kilogram, perpendicular to the direction of rolling;

$W_2$  is the loss, in watts per kilogram, parallel to the direction of rolling.

### 8.4.2 Geometrical characteristics and tolerances

#### 8.4.2.1 Thickness

The measurement of thickness shall be made at any point located more than 30 mm from the edges. For materials of width less than 60 mm, the measurement of thickness shall be made along the longitudinal axis of the sheet. This measurement shall be made using a micrometer with an accuracy of 0.001 mm.

#### 8.4.2.2 Width

The width shall be measured perpendicular to the longitudinal axis of the product.

#### 8.4.2.3 Edge camber

The edge camber shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

#### 8.4.2.4 Flatness (wave factor)

The wave factor shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

#### **8.4.2.5 Courbure résiduelle**

La courbure résiduelle dans le sens longitudinal de la bande doit être déterminée conformément à la CEI 60404-9.

#### **8.4.3 Caractéristiques technologiques**

##### **8.4.3.1 Facteur de foisonnement**

Le facteur de foisonnement doit être déterminé conformément à la CEI 60404-13.

##### **8.4.3.2 Nombre de pliages**

L'essai consiste à plier l'éprouvette à 90° alternativement de chaque côté de sa position initiale, suivant le mode de pliage défini par l'ISO 7799. Le rayon de pliage doit être de 5 mm.

Un pliage à 90° à partir de la position initiale, avec retour à la position initiale, compte pour une unité.

L'essai doit être arrêté à l'apparition de la première fissure visible à l'oeil nu dans le métal de base. Le dernier pliage ne doit pas être compté.

##### **8.4.3.3 Tensions internes**

Les tensions internes doivent être déterminées conformément à la CEI 60404-9.

#### **8.5 Essais complémentaires**

Lorsqu'un essai ne donne pas le résultat exigé, cet essai doit être répété sur un nombre doublé d'éprouvettes provenant d'autres feuilles de l'unité de réception ou d'autres longueurs de bandes. La livraison doit être réputée conforme à la commande si tous les résultats des essais complémentaires sont conformes aux spécifications de la présente norme.

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

### **9 Marquage, étiquetage et emballage**

Le marquage, l'étiquetage et l'emballage des produits peuvent faire l'objet d'un accord 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 oeuvre 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 lui présentant le matériau en litige et des preuves.

Dans tous les cas, les termes et modalités de réclamations doivent être conformes à l'ISO 404.

#### **8.4.2.5 Residual curvature**

The residual curvature in the longitudinal direction of the strip shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

#### **8.4.3 Technological characteristics**

##### **8.4.3.1 Stacking factor**

The stacking factor shall be measured in accordance with IEC 60404-13.

##### **8.4.3.2 Number of bends**

The test consists of bending the test specimen through 90° alternately to each side of its initial position, following the method of bending defined by ISO 7799. The radius of bending chosen shall be 5 mm.

A bend of 90° from the initial position with return to the initial position counts as one bend.

The test shall be stopped on the appearance in the base metal of the first crack visible to the naked eye. The last bend shall not be counted.

##### **8.4.3.3 Internal stresses**

The internal stresses shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

#### **8.5 Retests**

When a test does not give the specified result, this test shall be repeated on double the number of test specimens from other sheets of the acceptance unit or on other strips from coils. The delivery shall be considered to conform with the order if all results of additional tests are in accordance with the requirements of this standard.

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

### **9 Marking, labelling and packaging**

Marking, labelling and packaging of the products may be agreed at the time of ordering.

### **10 Complaints**

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

The purchaser shall give to 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 404.

## 11 Informations à fournir par l'acheteur

Pour que le produit réponde correctement aux prescriptions de la présente norme, l'acheteur doit fournir les informations suivantes lors de son appel d'offre ou de sa commande:

- a) quantité;
- b) type de produit (feuille ou bande);
- c) numéro de la présente norme (CEI 60404-8-4);
- d) désignation symbolique ou numérique de l'acier (voir article 5);
- e) dimensions requises des feuilles ou bandes (y compris toute limitation sur le diamètre extérieur de la bobine (voir 6.2 et 7.2.2);
- f) toute limitation de masse d'un paquet de feuilles ou d'une bobine (voir 6.2);
- g) toute prescription particulière relative au marquage des soudures ou discontinuités (voir 6.2);
- h) toute prescription particulière relative au revêtement isolant et à sa classification (voir 6.3);
- i) procédure de contrôle requise, y compris la nature des documents correspondants (voir 8.1);
- j) toute prescription particulière relative à l'essai sur tôle unique (voir 8.4.1);
- k) toute prescription particulière relative à la mesure de l'épaisseur et des tolérances pour les bandes étroites (voir 7.2.1 et 8.4.2.1).

## 11 Information to be supplied by the purchaser

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

- a) quantity;
- b) type of product (strip or sheet);
- c) number of this standard (IEC 60404-8-4);
- d) name or number of the steel (see clause 5);
- e) dimensions of sheets or strip required (including any limitations on the external diameter of a coil) (see 6.2 and 7.2.2);
- f) any limitation on the mass of a bundle of sheets or of a coil (see 6.2);
- g) any special requirements for marking of welds or interleaves (see 6.2);
- h) any requirement for insulation coating and its classification (see 6.3);
- i) the inspection procedure required including the nature of the related documents (see 8.1);
- j) any special requirement about single sheet testing (see 8.4.1);
- k) any special requirement regarding the thickness measurement and tolerance across the width of narrow strip (see 7.2.1 and 8.4.2.1).

Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et magnétiques garanties

| Désignation symbolique | Epaisseur nominale<br>mm | Pertes totales spécifiques maximales pour 1,5 T<br>W/kg |         | Polarisation magnétique minimale <sup>1)</sup><br>en champ magnétique alternatif pour une intensité de champ magnétique T |           |            | Anisotropie maximale des pertes<br>% | Facteur de foisonnement minimal | Nombre minimal de plis | Masse volumique conventionnelle<br>kg/dm <sup>3</sup> |
|------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
|                        |                          | à 50 Hz                                                 | à 60 Hz | 2 500 A/m                                                                                                                 | 5 000 A/m | 10 000 A/m |                                      |                                 |                        |                                                       |
| M230-35A 5             | 0,35                     | 2,30                                                    | 2,90    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M235-35A 5             |                          | 2,35                                                    | 2,97    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M250-35A 5             |                          | 2,50                                                    | 3,14    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M270-35A 5             |                          | 2,70                                                    | 3,36    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  | 0,95                            | 2                      | 7,65                                                  |
| M300-35A 5             |                          | 3,00                                                    | 3,74    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 3                      | 7,65                                                  |
| M330-35A 5             |                          | 3,30                                                    | 4,12    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 3                      | 7,65                                                  |
| M360-35A 5             |                          | 3,60                                                    | 4,55    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 3                      | 7,65                                                  |
| M250-50A 5             | 0,50                     | 2,50                                                    | 3,21    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M270-50A 5             |                          | 2,70                                                    | 3,47    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M290-50A 5             |                          | 2,90                                                    | 3,71    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±17                                  |                                 | 2                      | 7,60                                                  |
| M310-50A 5             |                          | 3,10                                                    | 3,95    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±14                                  |                                 | 3                      | 7,65                                                  |
| M330-50A 5             |                          | 3,30                                                    | 4,20    | 1,49                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±14                                  |                                 | 3                      | 7,65                                                  |
| M350-50A 5             |                          | 3,50                                                    | 4,45    | 1,50                                                                                                                      | 1,60      | 1,70       | ±12                                  | 0,97                            | 5                      | 7,65                                                  |
| M400-50A 5             |                          | 4,00                                                    | 5,10    | 1,53                                                                                                                      | 1,63      | 1,73       | ±12                                  |                                 | 5                      | 7,70                                                  |
| M470-50A 5             |                          | 4,70                                                    | 5,90    | 1,54                                                                                                                      | 1,64      | 1,74       | ±10                                  |                                 | 10                     | 7,70                                                  |
| M530-50A 5             |                          | 5,30                                                    | 6,66    | 1,56                                                                                                                      | 1,65      | 1,75       | ±10                                  |                                 | 10                     | 7,70                                                  |
| M600-50A 5             |                          | 6,00                                                    | 7,53    | 1,57                                                                                                                      | 1,66      | 1,76       | ±10                                  |                                 | 10                     | 7,75                                                  |
| M700-50A 5             |                          | 7,00                                                    | 8,79    | 1,60                                                                                                                      | 1,69      | 1,77       | ±10                                  |                                 | 10                     | 7,80                                                  |
| M800-50A 5             |                          | 8,00                                                    | 10,06   | 1,60                                                                                                                      | 1,70      | 1,78       | ±10                                  |                                 | 10                     | 7,80                                                  |
| M940-50A 5             |                          | 9,40                                                    | 11,84   | 1,62                                                                                                                      | 1,72      | 1,81       | ±8                                   |                                 | 10                     | 7,85                                                  |
| M1000-50A 5            |                          | 10,00                                                   | 11,90   | 1,62                                                                                                                      | 1,72      | 1,81       | ±8                                   |                                 | 10                     | 7,85                                                  |

(pour les notes, voir page 30)

Table 2 – Technological and magnetic properties

| Steel name  | Nominal thickness<br>mm | Maximum specific total loss<br>at 1,5 T<br>W/kg |          | Minimum magnetic polarization <sup>1)</sup><br>in an alternating magnetic field<br>for a magnetic field strength<br>T |           |            |  | Maximum anisotropy<br>of loss<br>% | Minimum stacking<br>factor | Minimum number of<br>bends | Conventional density<br>kg/dm <sup>3</sup> |
|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
|             |                         | at 50 Hz                                        | at 60 Hz | 2 500 A/m                                                                                                             | 5 000 A/m | 10 000 A/m |  |                                    |                            |                            |                                            |
| M230-35A 5  | 0,35                    | 2,30                                            | 2,90     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M235-35A 5  |                         | 2,35                                            | 2,97     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M250-35A 5  |                         | 2,50                                            | 3,14     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M270-35A 5  |                         | 2,70                                            | 3,36     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                | 0,95                       | 2                          | 7,65                                       |
| M300-35A 5  |                         | 3,00                                            | 3,74     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 3                          | 7,65                                       |
| M330-35A 5  |                         | 3,30                                            | 4,12     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 3                          | 7,65                                       |
| M360-35A 5  |                         | 3,60                                            | 4,55     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 3                          | 7,65                                       |
| M250-50A 5  | 0,50                    | 2,50                                            | 3,21     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M270-50A 5  |                         | 2,70                                            | 3,47     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M290-50A 5  |                         | 2,90                                            | 3,71     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±17                                |                            | 2                          | 7,60                                       |
| M310-50A 5  |                         | 3,10                                            | 3,95     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±14                                |                            | 3                          | 7,65                                       |
| M330-50A 5  |                         | 3,30                                            | 4,20     | 1,49                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±14                                |                            | 3                          | 7,65                                       |
| M350-50A 5  |                         | 3,50                                            | 4,45     | 1,50                                                                                                                  | 1,60      | 1,70       |  | ±12                                |                            | 5                          | 7,65                                       |
| M400-50A 5  |                         | 4,00                                            | 5,10     | 1,53                                                                                                                  | 1,63      | 1,73       |  | ±12                                | 0,97                       | 5                          | 7,70                                       |
| M470-50A 5  |                         | 4,70                                            | 5,90     | 1,54                                                                                                                  | 1,64      | 1,74       |  | ±10                                |                            | 10                         | 7,70                                       |
| M530-50A 5  |                         | 5,30                                            | 6,66     | 1,56                                                                                                                  | 1,65      | 1,75       |  | ±10                                |                            | 10                         | 7,70                                       |
| M600-50A 5  |                         | 6,00                                            | 7,53     | 1,57                                                                                                                  | 1,66      | 1,76       |  | ±10                                |                            | 10                         | 7,75                                       |
| M700-50A 5  |                         | 7,00                                            | 8,79     | 1,60                                                                                                                  | 1,69      | 1,77       |  | ±10                                |                            | 10                         | 7,80                                       |
| M800-50A 5  |                         | 8,00                                            | 10,06    | 1,60                                                                                                                  | 1,70      | 1,78       |  | ±10                                |                            | 10                         | 7,80                                       |
| M940-50A 5  |                         | 9,40                                            | 11,84    | 1,62                                                                                                                  | 1,72      | 1,81       |  | ±8                                 |                            | 10                         | 7,85                                       |
| M1000-50A 5 |                         | 10,00                                           | 11,90    | 1,62                                                                                                                  | 1,72      | 1,81       |  | ±8                                 |                            | 10                         | 7,85                                       |

(for notes, see page 31)

Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et magnétiques (fin)

| Désignation symbolique | Epaisseur nominale | Pertes totales spécifiques maximales pour 1,5 T |         | Polarisation magnétique minimale <sup>1)</sup> en champ magnétique alternatif pour une intensité de champ magnétique T |           |            |  | Anisotropie maximale des pertes | Facteur de foisonnement minimal | Nombre minimal de pliages | Masse volumique conventionnelle |
|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
|                        |                    | W/kg                                            |         |                                                                                                                        |           |            |  |                                 |                                 |                           |                                 |
|                        |                    | à 50 Hz                                         | à 60 Hz | 2 500 A/m                                                                                                              | 5 000 A/m | 10 000 A/m |  |                                 |                                 |                           |                                 |
| M310-65A 5             |                    | 3,10                                            | 4,08    | 1,49                                                                                                                   | 1,60      | 1,70       |  | ±15                             |                                 | 2                         | 7,60                            |
| M330-65A 5             |                    | 3,30                                            | 4,30    | 1,49                                                                                                                   | 1,60      | 1,70       |  | ±15                             |                                 | 2                         | 7,60                            |
| M350-65A 5             |                    | 3,50                                            | 4,57    | 1,49                                                                                                                   | 1,60      | 1,70       |  | ±14                             |                                 | 2                         | 7,60                            |
| M400-65A 5             |                    | 4,00                                            | 5,20    | 1,52                                                                                                                   | 1,62      | 1,72       |  | ±14                             |                                 | 2                         | 7,65                            |
| M470-65A 5             | 0,65               | 4,70                                            | 6,13    | 1,53                                                                                                                   | 1,63      | 1,73       |  | ±12                             | 0,97                            | 5                         | 7,65                            |
| M530-65A 5             |                    | 5,30                                            | 6,84    | 1,54                                                                                                                   | 1,64      | 1,74       |  | ±12                             |                                 | 5                         | 7,70                            |
| M600-65A 5             |                    | 6,00                                            | 7,71    | 1,56                                                                                                                   | 1,66      | 1,76       |  | ±10                             |                                 | 10                        | 7,75                            |
| M700-65A 5             |                    | 7,00                                            | 8,98    | 1,57                                                                                                                   | 1,67      | 1,76       |  | ±10                             |                                 | 10                        | 7,75                            |
| M800-65A 5             |                    | 8,00                                            | 10,26   | 1,60                                                                                                                   | 1,70      | 1,78       |  | ±10                             |                                 | 10                        | 7,80                            |
| M1000-65A 5            |                    | 10,00                                           | 12,77   | 1,61                                                                                                                   | 1,71      | 1,80       |  | ±10                             |                                 | 10                        | 7,80                            |
| M600-100A 5            |                    | 6,00                                            | 8,14    | 1,53                                                                                                                   | 1,63      | 1,72       |  | ±10                             |                                 | 2                         | 7,60                            |
| M700-100A 5            |                    | 7,00                                            | 9,38    | 1,54                                                                                                                   | 1,64      | 1,73       |  | ±8                              |                                 | 3                         | 7,65                            |
| M800-100A 5            | 1,00               | 8,00                                            | 10,70   | 1,56                                                                                                                   | 1,66      | 1,75       |  | ±6                              | 0,98                            | 5                         | 7,70                            |
| M1000-100A 5           |                    | 10,00                                           | 13,39   | 1,58                                                                                                                   | 1,68      | 1,76       |  | ±6                              |                                 | 10                        | 7,80                            |
| M1300-100A 5           |                    | 13,00                                           | 17,34   | 1,60                                                                                                                   | 1,70      | 1,78       |  | ±6                              |                                 | 10                        | 7,80                            |

<sup>1)</sup> Depuis de nombreuses années, il est courant de donner des valeurs d'induction magnétique. En fait, le cadre Epstein mesure la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme suit:

où

$J$  est la polarisation magnétique;

$B$  est l'induction magnétique;

$\mu_0$  est la constante magnétique:  $4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \times \text{m}^{-1}$ ;

$H$  est le champ magnétique;

conformément à la CEI 60050(121).

$J = B - \mu_0 H$