

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60404-1-1**

Première édition  
First edition  
2004-04

---

---

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 1-1:**

**Classification – Isolations de surface des tôles,  
bandes et lamelles magnétiques en acier**

**Magnetic materials –**

**Part 1-1:**

**Classification – Surface insulations of  
electrical steel sheet, strip and laminations**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60404-1-1:2004

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([http://www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues ([http://www.iec.ch/online\\_news/justpub/jp\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

## Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site ([http://www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications ([http://www.iec.ch/online\\_news/justpub/jp\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60404-1-1**

Première édition  
First edition  
2004-04

---

---

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 1-1:**

**Classification – Isolations de surface des tôles,  
bandes et lamelles magnétiques en acier**

**Magnetic materials –**

**Part 1-1:**

**Classification – Surface insulations of  
electrical steel sheet, strip and laminations**

© IEC 2004 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**G**

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

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 1-1: Classification – Isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 CEI 60404-1-1 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 68/292/FDIS | 68/297/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MAGNETIC MATERIALS –****Part 1-1: Classification – Surface insulations of  
electrical steel sheet, strip and laminations**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60404-1-1 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 68/292/FDIS | 68/297/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008.  
A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60404-1-1:2004

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60404-1-1:2004

## **MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –**

### **Partie 1-1: Classification – Isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 60404 établit une classification des isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier en fonction de leur composition générale, leur aptitude relative à l'isolement et leur fonction.

Ces isolations de surface sont soit des couches d'oxyde soit des revêtements appliqués.

L'objectif de cette classification est de créer une nomenclature pour les différents types d'isolations de surface et d'aider les utilisateurs d'isolations de surface en fournissant des informations générales sur la nature chimique et l'utilisation des isolations de surface.

L'intention de cette classification n'est pas de spécifier des exigences relatives à l'isolation en termes de valeurs spécifiques de résistance d'isolement superficiel. De telles exigences sont convenues entre l'acheteur et le producteur d'acier, le cas échéant.

La classification est utilisée conjointement avec les diverses spécifications pour les aciers magnétiques laminés à froid (voir les normes de la série CEI 60404-8 dans l'Article 2).

#### **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60404-8-2:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-2: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 60404-8-3:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-3: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier non allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 60404-8-4:1998, *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*

CEI 60404-8-5:1989, *Matériaux magnétiques – Partie 8-5: Spécifications pour matériaux particuliers – Spécification des tôles en acier à caractéristiques mécaniques et perméabilité magnétique garanties*

CEI 60404-8-7:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier à grains orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini*



## MAGNETIC MATERIALS –

### Part 1-1: Classification – Surface insulations of electrical steel sheet, strip and laminations

#### 1 Scope

This part of IEC 60404 establishes a classification of surface insulations for electrical steel sheet, strip and laminations according to their general composition, relative insulating ability and function.

These surface insulations are either oxide layers or applied coatings.

The purpose of this classification is to create a nomenclature for the various types of surface insulations and to assist users of surface insulations by providing general information about the chemical nature and use of the surface insulations.

It is not the intent of this classification to specify insulation requirements in terms of specific values of surface insulation resistance. Such requirements are agreed between the purchaser and the steel producer, where applicable.

The classification is used in conjunction with the various specifications for cold rolled electrical steels (see the standards in the IEC 60404-8 series in Clause 2).

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 60404-8-2:1998, *Magnetic materials – Part 8-2: Specifications for individual materials – Cold-rolled electrical alloyed steel sheet and strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-3:1998, *Magnetic materials – Part 8-3: Specifications for individual materials – Cold-rolled electrical non-alloyed steel sheet and strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-4:1998, *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 60404-8-5:1989, *Magnetic materials – Part 8-5: Specifications for individual materials – Specification for steel sheet and strip with specified mechanical properties and magnetic permeability*

IEC 60404-8-7:1998, *Magnetic materials – Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully-processed state*

CEI 60404-8-8:1991, *Matériaux magnétiques – Partie 8-8: Spécifications pour matériaux particuliers – Spécification des tôles magnétiques extra-minces en acier pour utilisation à moyennes fréquences*

CEI 60404-11:1999, *Matériaux magnétiques – Partie 11: Méthode d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement superficiel des tôles et feuillards magnétiques*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions des termes principaux données dans la CEI 60050(221), la CEI 60404-8-2, la CEI 60404-8-3, la CEI 60404-8-4, la CEI 60404-8-5, la CEI 60404-8-7, la CEI 60404-8-8 et la CEI 60404-11 s'appliquent.

### 4 Classification des isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier

Le Tableau 1 donne la classification des isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier.

**Tableau 1 – Classification des isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier**

| Désignation de l'isolation | Description de l'isolation – Caractéristiques – Application typique, limites d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EC-0                       | <p>Une couche d'oxyde qui se forme naturellement à la surface de l'acier pendant la fabrication de l'acier magnétique.</p> <p>Cette couche d'oxyde est fine, fermement adhérente et procure une résistance d'isolement superficiel suffisante pour de nombreux types de petits noyaux.</p> <p>Cette couche d'oxyde supporte les températures normales de recuit de détensionnement.</p> <p>Si le produit est soumis à un recuit par l'utilisateur après estampage, la résistance d'isolement superficiel de cette couche d'oxyde peut être affectée par le potentiel d'oxydation du recuit.</p> <p>Il n'est pas approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel pour ce type d'isolation.</p>                                                                                                                                                                                                                                                |
| EC-1                       | <p>Une couche d'oxyde créée à la surface de lamelles en acier, par contact avec une atmosphère de four oxydante à la fin du cycle de traitement thermique suivant l'estampage des lamelles.</p> <p>Cette couche d'oxyde est généralement de couleur bleuâtre à grise.</p> <p>Cette couche d'oxyde est pertinente, essentiellement pour les tôles, bandes et lamelles en acier livrées à l'état semi-fini.</p> <p>Il n'est pas approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel pour ce type d'isolation.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| EC-2                       | <p>Un revêtement d'isolement inorganique comportant de manière prédominante du silicate de magnésium.</p> <p>Ce revêtement se forme à la surface des aciers magnétiques à grains orientés par la réaction du séparateur de recuit avec la surface de l'acier pendant un recuit à haute température.</p> <p>Ce revêtement est souvent qualifié de « vitrifié en usine » ou de « vitrifié » même si le revêtement n'est pas techniquement un verre.</p> <p>Ce revêtement est très abrasif. Les aciers revêtus seulement avec ce type de revêtement ne sont typiquement pas utilisés pour les lamelles estampées.</p> <p>L'application principale de ce revêtement est pour les matériaux utilisés dans les transformateurs à noyaux enroulés.</p> <p>Cette couche d'oxyde supporte les températures normales de recuit de détensionnement.</p> <p>Il n'est pas approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel pour ce type de revêtement.</p> |

IEC 60404-8-8:1991, *Magnetic materials – Part 8-8: Specifications for individual materials – Specification for thin magnetic steel strip for use at medium frequencies*

IEC 60404-11:1999, *Magnetic materials – Part 11: Method of test for the determination of surface insulation resistance of magnetic sheet and strip*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions of the principal terms given in IEC 60050(221) and in IEC 60404-8-2, IEC 60404-8-3, IEC 60404-8-4, IEC 60404-8-5, IEC 60404-8-7, IEC 60404-8-8 and IEC 60404-11 apply.

### 4 Classification of surface insulations of electrical steel sheet, strip and laminations

Table 1 gives the classification of surface insulations of electrical steel sheet, strip and laminations.

**Table 1 – Classification of surface insulations of electrical steel sheet, strip and laminations**

| Insulation designation | Insulation description – Characteristics – Typical application, limits of use                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EC-0                   | <p>An oxide layer that is formed naturally on the steel surface during electrical steel manufacture.</p> <p>This oxide layer is thin, tightly adherent and provides sufficient surface insulation resistance for many types of small cores.</p> <p>This oxide layer will withstand normal stress relief annealing temperatures.</p> <p>If subjected to a user's anneal after stamping, the surface insulation resistance of this oxide layer may be affected by the oxidizing potential of the anneal.</p> <p>It is not appropriate to specify the surface insulation resistance for this type of insulation</p>                                                                                                                                                                                                           |
| EC-1                   | <p>An oxide layer that is created on the surface of the steel laminations by contact with an oxidizing furnace atmosphere at the end of the heat treatment cycle following the stamping of the laminations.</p> <p>This oxide layer is usually bluish to grey in colour.</p> <p>This oxide layer is primarily relevant to steel sheet, strip and laminations in the semi-processed state.</p> <p>It is not appropriate to specify the surface insulation resistance for this type of insulation</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| EC-2                   | <p>An inorganic insulation coating predominantly comprised of magnesium silicate.</p> <p>This coating is formed on the surface of grain oriented electrical steel by the reaction of the annealing separator with the steel surface during high temperature annealing.</p> <p>This coating is often referred to as "mill glass" or "glass", even though the coating is not technically a glass.</p> <p>This coating is very abrasive. Steels coated with this type of coating only are not typically used for stamped laminations.</p> <p>The primary application of this coating is for materials used in wound core transformers.</p> <p>This coating will withstand normal stress relief annealing temperatures.</p> <p>It is not appropriate to specify the surface insulation resistance for this type of coating</p> |

**Tableau 1 (suite)**

| Désignation de l'isolation | Description de l'isolation – Caractéristiques – Application typique, limites d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EC-3                       | <p>Un revêtement organique sous forme de vernis/émail qui est appliqué à la surface de l'acier.</p> <p>Ce revêtement est utilisé de préférence pour les aciers magnétiques non orientés livrés à l'état fini.</p> <p>Ce revêtement améliore en général l'aptitude au poinçonnage de l'acier<sup>b</sup> et convient par suite, tout à fait pour la production de lamelles estampées.</p> <p>Ce revêtement peut détériorer significativement la soudabilité<sup>b</sup> et ne supporte pas les températures normales de recuit de détensionnement. Le revêtement est en général approprié pour des températures de service jusqu'à 180 °C. Il convient que l'utilisateur tienne compte de tout problème dû à un dégagement de gaz lié au revêtement pendant le soudage ou à une exposition de l'acier revêtu avec ce type de revêtement à des températures élevées.</p> <p>Il peut être approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel<sup>a</sup> pour ce type de revêtement</p> |
| EC-4                       | <p>Un revêtement formé par phosphatation ou un autre traitement chimique de la surface de l'acier, suivi par une cuisson à température élevée.</p> <p>Ce type de revêtement est utilisé dans des applications requérant des niveaux modérés de résistance d'isolement superficiel.</p> <p>Ce type de revêtement supporte les températures normales de recuit de détensionnement mais il peut en résulter une réduction de la résistance d'isolement superficiel.</p> <p>Il peut être approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel<sup>a</sup> pour ce type de revêtement, avant le recuit de détensionnement</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| EC-4-AS                    | <p>Un revêtement plus fin que le EC-4, principalement utilisé pour prévenir le collage durant le traitement thermique des lamelles magnétiques en acier.</p> <p>Ce revêtement est souvent dénommé « anti-collage ».</p> <p>Il n'est pas approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel ou l'épaisseur<sup>b</sup> de ce type de revêtement</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| EC-5                       | <p>Une classe de revêtements inorganiques ou principalement inorganiques, semblables au revêtement EC-4 et auquel des charges de céramique et/ou des composants inorganiques filmogènes ont été ajoutés pour accroître la qualité de l'isolation de surface du revêtement.</p> <p>Cette classe est subdivisée en quatre sous-classes: EC-5-G, EC-5-N, EC-5-P et EC-5-AS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| EC-5-G                     | <p>Un revêtement EC-5 spécifique pour les aciers magnétiques à grains orientés.</p> <p>Ce revêtement est généralement à base de phosphates ou de silicates. Ce revêtement est normalement appliqué sur un revêtement EC-2 lorsqu'une résistance d'isolement superficiel accrue est exigée, par exemple lamelles cisailées en acier magnétique à grains orientés pour les noyaux de transformateurs.</p> <p>Le revêtement supporte un traitement de recuit de détensionnement à des températures jusqu'à 845 °C.</p> <p>Dans certains cas, le revêtement EC-5-G est appliqué directement à la surface des aciers à grains orientés sans interposition d'un EC-2, mais on peut alors noter une réduction de la résistance d'isolement superficiel.</p> <p>Il peut être approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel<sup>a</sup> pour ce type de revêtement</p>                                                                                                                   |
| EC-5-N                     | <p>Un revêtement EC-5 spécifique pour les aciers magnétiques non orientés.</p> <p>Le revêtement supporte les températures normales de recuit de détensionnement mais il peut en résulter une réduction de la résistance d'isolement superficiel.</p> <p>Le revêtement supporte les traitements de brûlage à des températures comprises entre 300 °C et 550 °C, utilisés pour supprimer l'isolation des enroulements de stators lors de la reconstruction des noyaux de stators. Il convient que l'utilisateur tienne compte de tout problème dû à un dégagement de gaz lié au revêtement pendant le soudage ou à une exposition de l'acier revêtu avec ce type de revêtement à des températures élevées.</p> <p>Il peut être approprié de spécifier une résistance d'isolement superficiel<sup>a</sup> pour ce type de revêtement, avant le recuit de détensionnement</p>                                                                                                                       |