

**NORME
INTERNATIONALE**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

404-8-1

Première édition
First edition
1986-09

Matériaux magnétiques

Huitième partie:

Spécifications pour matériaux particuliers

**Section un – Spécifications normales des
matériaux magnétiquement durs**

Magnetic materials

Part 8:

Specifications for individual materials

**Section One – Standard specifications for
magnetically hard materials**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 404-8-1: 1986

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

404-8-1

Première édition
First edition
1986-09

Matériaux magnétiques

Huitième partie:

Spécifications pour matériaux particuliers

**Section un – Spécifications normales des
matériaux magnétiquement durs**

Magnetic materials

Part 8:

Specifications for individual materials

**Section One – Standard specifications for
magnetically hard materials**

© IEC 1986 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
2. Genres de matériaux et leurs applications	6
3. Classification	6
3.1 Propriétés magnétiques principales	6
3.2 Autres propriétés magnétiques	8
4. Composition chimique	8
5. Masse volumique	8
6. Désignation	8
7. Mode de livraison et dimensions	10
8. Essais	10
8.1 Etendue des essais	10
8.2 Méthodes d'essai	10
9. Motifs de refus	10
10. Description et tableaux des propriétés normales	12
10.1 Alliages magnétiquement durs	12
10.1.1 Alliages aluminium-nickel-cobalt-fer-titane (AlNiCo)	12
10.1.2 Alliage platine-cobalt (PtCo)	12
10.1.3 Alliages fer-cobalt-vanadium-chrome (FeCoVCr)	14
10.1.4 Alliages cuivre-nickel-fer (CuNiFe)	14
10.1.5 Alliages terres rares-cobalt (RECo)	14
10.1.6 Alliages chrome-fer-cobalt (CrFeCo)	16
10.2 Céramiques magnétiquement dures (ferrites magnétiquement durs)	16
TABLEAUX	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
1.1 Scope	7
2. Types of materials and their applications	7
3. Classification	7
3.1 Principal magnetic properties	7
3.2 Additional magnetic properties	9
4. Chemical composition	9
5. Density	9
6. Designation	9
7. Mode of shipment and dimensions	11
8. Testing	11
8.1 Extent of testing	11
8.2 Testing methods	11
9. Grounds for rejection	11
10. Description and tables of standard properties	13
10.1 Magnetically hard alloys	13
10.1.1 Aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium alloys (AlNiCo)	13
10.1.2 Platinum-cobalt alloy (PtCo)	13
10.1.3 Iron-cobalt-vanadium-chromium alloys (FeCoVCr)	15
10.1.4 Copper-nickel-iron alloys (CuNiFe)	15
10.1.5 Rare earth-cobalt alloys (RECo)	15
10.1.6 Chromium-iron-cobalt alloys (CrFeCo)	17
10.2 Magnetically hard ceramics (Magnetically hard ferrites)	17
TABLES	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers
Section un — Spécifications normales des matériaux magnétiquement durs

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
68(BC)24	68(BC)30	68(BC)32	68(BC)38

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n° 50(121) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 121: Electromagnétisme.
- 50(901) (1973): Chapitre 901: Magnétisme.
- 404-1 (1979): Matériaux magnétiques, Première partie: Classification.
- 404-5 (1982): Cinquième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux durs (aimants permanents).
- 404-7 (1982): Septième partie: Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS**Part 8: Specifications for individual materials****Section One — Standard specifications for magnetically hard materials****FOREWORD**

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
68(CO)24	68(CO)30	68(CO)32	68(CO)38

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 30(121) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 121: Electromagnetism.

50(901) (1973): Chapter 901: Magnetism.

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

404-5 (1982): Part 5: Methods of Measurement of the Magnetic Properties of Magnetically Hard (Permanent Magnet) Materials.

404-7 (1982): Part 7: Method of Measurement of the Coercivity of Magnetic Materials in an Open Circuit.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers

Section un — Spécifications normales des matériaux magnétiquement durs

1. Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente norme spécifie les valeurs minimales de certaines propriétés magnétiques (voir article 3.1) et les tolérances dimensionnelles de matériaux magnétiquement durs. Elle indique également, mais à titre indicatif seulement, des valeurs pour d'autres propriétés magnétiques, pour des compositions chimiques et des masses volumiques.

2. Genres de matériaux et leurs applications

Les matériaux magnétiquement durs, aussi appelés matériaux magnétiques pour aimants permanents, sont énumérés dans la Publication 404-1 de la CEI: Matériaux magnétiques, Première partie: Classification, dans les articles R (Alliages magnétiquement durs) et S (Céramiques magnétiquement dures). Ces matériaux ont une coercitivité de la polarisation magnétique supérieure à 1 kA/m. Après avoir été aimantés jusqu'à saturation, ils disposent d'une grande énergie magnétique spécifique qui peut être utilisée dans les circuits magnétiques statiques et dynamiques. Les matériaux magnétiquement durs sont employés, par exemple, dans les appareils de mesure, les moteurs, les générateurs, les récepteurs de radio et de télévision, surtout les haut-parleurs, ainsi que dans la construction mécanique comme dispositifs d'attraction, plaques de fixation, etc.

Les articles R et S de la Publication 404-1 de la CEI décrivent de façon plus détaillée les applications possibles des matériaux magnétiquement durs commerciaux.

3. Classification

Les matériaux magnétiquement durs sont classés dans le tableau I conformément à la Publication 404-1 de la CEI.

3.1 Propriétés magnétiques principales

Les matériaux magnétiquement durs sont essentiellement caractérisés par les propriétés magnétiques suivantes:

Termes des Publications 50(901)* et 50(121)** de la CEI	Propriété magnétique	Symbole	Unité
901-04-09 —	Valeur maximale du produit BH (Couramment: produit BH maximal)	$(BH)_{\max}$	kJ/m^3
901-02-026 121-02-43	Rémanence	B_r	mT
901-02-23 —	Coercitivité de l'induction magnétique	H_{cB}	kA/m
901-01-03 —			
901-02-23 —	Coercitivité de la polarisation magnétique (coercitivité intrinsèque)	H_{cJ}	kA/m
901-01-13 —			

* Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 901: Magnétisme.

** Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 121: Electromagnétisme.

MAGNETIC MATERIALS

Part 8: Specifications for individual materials

Section One — Standard specifications for magnetically hard materials

1. General

1.1 Scope

This standard specifies minimum values of some magnetic properties (see Clause 3.1) and the dimensional tolerances for magnetically hard materials. For information purposes only it also gives typical values for additional magnetic properties, chemical compositions and densities.

2. Types of materials and their applications

Magnetically hard materials, also designated as permanent magnetic materials, are classified in IEC Publication 404-1: Magnetic Materials, Part 1: Classification in Clauses R (Magnetically hard alloys) and S (Magnetically hard ceramics). These materials have a coercivity of magnetic polarization $> 1 \text{ kA/m}$. After being magnetized to magnetic saturation they have a high specific magnetic energy, which can be used in static and dynamic magnetic circuits. Magnetically hard materials are applied for instance in measuring instruments, motors, generators, radio and television sets, especially in loudspeakers, as well as in mechanical engineering as holding devices, clamping plates, etc.

The possible applications for these commercially available magnetically hard materials are described in more detail in Clauses R and S of IEC Publication 404-1.

3. Classification

The classification of magnetically hard materials according to IEC Publication 404-1 is given in Table I.

3.1 Principal magnetic properties

The magnetically hard materials are identified by the following principal magnetic properties:

Term number of IEC Publications 50(901)* and 50(121)**	Magnetic property	Symbol	Unit
901-04-09 —	Maximum value of BH product (also briefly called "maximum BH product")	$(BH)_{\max}$	kJ/m^3
901-02-026 121-02-43	Remanence	B_r	mT
901-02-23 —	Coercivity of magnetic flux density	H_{cB}	kA/m
901-01-03 —			
901-02-23 —	Coercivity of magnetic polarization ("intrinsic" coercivity)	H_{cJ}	kA/m
901-01-13 —			

* International Electrotechnical Vocabulary (IEV). Chapter 901: Magnetism.

** International Electrotechnical Vocabulary (IEV). Chapter 121: Electromagnetism.

Les valeurs spécifiées pour les principales propriétés magnétiques reportés dans les tableaux II à XII sont des valeurs minimales obtenues à la température du laboratoire, déterminées après aimantation jusqu'à saturation.

Elles ne sont valables que pour les aimants à section invariable le long de l'axe d'aimantation, leur volume variant entre 1 cm³ et 200 cm³ et les dimensions atteignant 8 mm au moins dans les trois directions des axes de coordonnées. Pour les matériaux anisotropes, elles ne sont valables que le long de la direction préférée.

Notes 1. — Pour plus de détails sur les limites dimensionnelles pour les mesures, voir la Publication 404-5 de la CEI: Matériaux magnétiques, Cinquième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement durs (aimants permanents).

2. — Pour des raisons de méthodes de fabrication, les valeurs des propriétés magnétiques peuvent être inférieures si les conditions susdites ne sont pas satisfaites.

3.2 Autres propriétés magnétiques

Termes des Publications 50(901) et 50(121) de la CEI		Propriété magnétique	Symbole	Unité
901-04-13	—	Perméabilité relative de recul	μ_{rec}	—
901-03-01	121-02-18	Coefficient de température de la rémanence (il correspond au coefficient de température de la saturation magnétique $\alpha(J_s)$)	$\alpha(B_r)$	%/K
—	—	Coefficient de température de la coercitivité de la polarisation magnétique	$\alpha(H_{cl})$	%/K
901-01-21	121-02-32	Température de Curie ou point de Curie	T_C	K

Les valeurs données dans les tableaux II à XII sont indicatives. Ce sont les valeurs moyennes publiées dans les ouvrages spécialisés; elles sont données à titre indicatif et ne peuvent être strictement garanties. Les températures pour les coefficients de température figurant dans les tableaux s'étendent de 273 K à 373 K, mais cela n'exclut pas l'utilisation de ces matériaux en dehors de ce domaine de température.

L'intensité de champ magnétique nécessaire pour aimanter les matériaux magnétiquement durs jusqu'à la saturation est définie dans la Publication 404-5 de la CEI ainsi que dans la Publication 404-7 de la CEI: Matériaux magnétiques, Septième partie: Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert.

4. Composition chimique

Les compositions chimiques inscrites dans les tableaux II à XII sont des valeurs types et ne doivent pas être considérées comme des spécifications. Ces valeurs ne doivent pas être utilisées comme critères d'acceptation ou de refus.

5. Masse volumique

Les valeurs de la masse volumique reportées dans les tableaux II à XII sont indicatives. Elles permettent d'estimer par le calcul les masses et les volumes utilisés.

6. Désignation

Les matériaux magnétiquement durs peuvent être identifiés par des abréviations et par des symboles alphanumériques (code chiffré) (voir les tableaux II à XII). Les symboles chimiques qui sont éventuellement utilisés dans les abréviations indiquent les principaux constituants. Le nombre situé devant la barre oblique, dans l'abréviation, indique la valeur maximale du

The values of the principal magnetic properties given in Tables II to XII are specified minimum values at room temperature, determined after magnetization to saturation.

The specified values of magnetic properties are valid only for magnets having a cross-section invariable along the axis of magnetization, with a volume from 1 cm³ to 200 cm³ and with dimensions in the three directions of the co-ordinate axes of at least 8 mm. For anisotropic materials they are valid only along the one straight preferred direction.

- Notes 1. — For more details of size limits for measurements, see IEC Publication 404-5: Magnetic Materials, Part 5: Methods of Measurement of the Magnetic Properties of Magnetically Hard (Permanent Magnet) Materials.
2. — For reasons connected with the manufacturing methods, smaller values of the magnetic properties may be obtained if the dimensional conditions mentioned above are not satisfied.

3.2 Additional magnetic properties

Term number of IEC Publications 50(901) and 50(121)	Magnetic property	Symbol	Unit
901-04-13 — 901-03-01 — —	Relative recoil permeability	μ_{rec}	—
121-02-18 — —	Temperature coefficient of the remanence (it corresponds to the temperature coefficient of the magnetic saturation $\alpha(J_s)$)	$\alpha(B_r)$	%/K
—	Temperature coefficient of the coercivity of magnetic polarization	$\alpha(H_{ci})$	%/K
901-01-21 121-02-32	Curie temperature or Curie point	T_C	K

The values given in Tables II to XII are typical values. They are the mean values published in the literature and are given as an indication only and are not guaranteed. The temperature range for the temperature coefficients in the tables is from 273 K to 373 K, but this does not preclude the use of these materials outside this temperature range.

The magnetic field strength necessary for magnetizing magnetically hard materials to magnetic saturation is defined in IEC Publication 404-5 and in IEC Publication 404-7: Magnetic Materials, Part 7: Method of Measurement of the Coercivity of Magnetic Materials in an Open Magnetic Circuit.

4. Chemical composition

The chemical compositions given in Tables II to XII are typical, not specified values. The chemical compositions shall not be used for acceptance or rejection criteria.

5. Density

Density values are given for information purposes only, in Tables II to XII. The density values can be used for mass and volume calculations.

6. Designation

Magnetically hard materials can be identified by brief designations and by alpha-numeric symbols (code numbers) (see Tables II to XII). In so far as chemical symbols are used in the brief designation they indicate main constituents. The number before the oblique stroke in the brief designation denotes the maximum value of the BH product (in kJ/m³) and the number

produit BH (en kJ/m^3) et le nombre situé après la barre, un dixième de la coercitivité H_{cJ} (en kA/m). Les matériaux magnétiquement durs avec liant organique sont repérés par un «p» ajouté comme suffixe de l'abréviation.

Exemple:

Pour la qualité AlNiCo 12/4 du tableau II, l'entier 12 est obtenu à partir de la valeur minimale spécifiée du produit $(BH)_{\max}$ de $11,6 \text{ kJ/m}^3$, et l'entier 4, en prenant le dixième de la valeur minimale spécifiée de la coercitivité H_{cJ} soit $(1/10)$ de $41 \text{ kA/m} = 4,1 \text{ kA/m}$, puis en arrondissant à l'entier le plus proche. Si l'arrondi conduit à la valeur zéro, le résultat initial est conservé avec sa première décimale arrondie, comme l'illustre la qualité FeCoVCr 4/0,4 du tableau VII. Une décimale 5 est arrondie à l'entier supérieur.

Le code chiffré provient du système de classification utilisé dans la Publication 404-1 de la CEI. La lettre contenue dans le code chiffré désigne le groupe du matériau magnétiquement dur. Le premier chiffre désigne le type de matériau dans le groupe respectif (voir tableau I). Un «0» à la seconde place signifie que le matériau est isotrope; le chiffre «1» signifie que, du point de vue magnétique, le matériau est anisotrope; le numéro «2» représente un matériau isotrope avec liant organique et le numéro «3» un matériau anisotrope avec liant organique. Le troisième chiffre distingue les différentes qualités.

Pour distinguer ce codage de celui de la Publication 404-1 de la CEI dans laquelle les articles sont désignés de manière semblable, un tiret entre les nombres est utilisé au lieu d'un point.

7. Mode de livraison et dimensions

Les matériaux mentionnés dans la présente spécification peuvent être livrés aimantés ou non, ou peuvent être montés dans des circuits magnétiques.

Un accord sur les dimensions des aimants est nécessaire lors de la passation de la commande.

8. Essais

8.1 Etendue des essais

Le fournisseur et le client conviendront de l'étendue des essais.

8.2 Méthodes d'essai

Le fournisseur et le client conviendront des méthodes d'essai.

Les valeurs magnétiques minimales des aimants de forme convenable et de dimensions appropriées seront déterminées conformément à la Publication 404-5 de la CEI.

Si la forme et les dimensions ne correspondent pas aux exigences du paragraphe 3.1, le fournisseur et le client devront s'entendre sur les détails de l'essai.

9. Motifs de refus

Une qualité magnétique inférieure (tableaux II à XII donnant des valeurs minimales spécifiées de quelques propriétés magnétiques), des dimensions physiques et des tolérances (tableaux XIII à XVI, et paragraphes 10.1.1.5, 10.1.2.5, 10.1.3.5, 10.1.5.5, 10.1.6.5 et 10.2.5) constituent des motifs de refus.

Des imperfections mécaniques extérieures et intérieures ne pourront être considérées comme des motifs de refus que si elles sont nuisibles au maniement et à l'application.

La notification du refus du client au fournisseur doit être accompagnée d'échantillons du lot refusé.

after the oblique stroke denotes one tenth of the coercivity H_{CJ} (in kA/m). Magnetically hard materials with a binder (mostly organic) are denoted by a "p" suffixed to the brief designation.

Example:

For the grade AlNiCo 12/4 of Table II the integer 12 is obtained from its minimum value of $(BH)_{\max}$ value of 11.6 kJ/m³ and the integer 4 from one tenth of its minimum value of H_{CJ} , 1/10 of 41 kA/m = 4.1 kA/m on rounding up or down to the nearest integer. If rounding down would give the integer zero, the number containing the first rounded non zero decimal is maintained, as for grade FeCoVCr 4/0.4 of Table VII. The decimal 5 is rounded up.

The code numbers are derived from the classification system used in IEC Publication 404-1. The letter in the code number means the class of the magnetically hard material. The first number designates the kind of material in the respective class, see Table I. A "0" in the second position means that the material is isotropic, a "1", that the material is magnetically anisotropic; a "2" denotes an isotropic material with an organic binder and a "3" an anisotropic material with an organic binder. The number in the third position denotes the different grades.

To distinguish this numbering from that used in IEC Publication 404-1, in which the different clauses are designated in a similar way, a hyphen is used between the numbers instead of a full stop.

7. Mode of shipment and dimensions

The materials mentioned in this specification may be delivered either magnetized or not magnetized and may be mounted in magnetic circuits.

The dimensions of the magnets have to be agreed upon when ordering.

8. Testing

8.1 Extent of testing

The extent of the testing shall be agreed upon between supplier and purchaser.

8.2 Testing methods

The testing methods shall be agreed upon between supplier and purchaser.

The minimum magnetic values of magnets having suitable shape and appropriate dimensions shall be tested according to IEC Publication 404-5.

If the shape and dimensions do not correspond to the requirements of Sub-clause 3.1, the details of the test should be agreed upon between the supplier and the purchaser.

9. Grounds for rejection

Grounds for rejection include inferior magnetic quality (Tables II to XII give specified minimum values of some magnetic properties), physical dimensions and dimensional tolerances (Tables XIII to XVI and Sub-clauses 10.1.1.5, 10.1.2.5, 10.1.3.5, 10.1.5.5, 10.1.6.5 and 10.2.5).

External and internal mechanical imperfections may only be considered as a cause for rejection, if these are deleterious to handling and application.

The purchasers' notification of rejection to the supplier shall be accompanied by samples of the rejected consignment.

10. Description et tableaux des propriétés normales

10.1 Alliages magnétiquement durs

10.1.1 Alliages aluminium-nickel-cobalt-fer-titane (AlNiCo)

10.1.1.1 Composition chimique

Les valeurs types de composition chimique figurent dans les tableaux II à V. Les alliages peuvent aussi comprendre du silicium, du niobium, du cuivre et/ou d'autres éléments.

10.1.1.2 Méthode de fabrication

Les alliages AlNiCo sont formés par fonderie (moulage) ou par un procédé de métallurgie des poudres. Leur qualité magnétique peut être augmentée dans une direction préférentielle par l'application d'un champ magnétique pendant le traitement thermique, ce qui produit une anisotropie magnétique dans les alliages possédant une teneur en cobalt suffisamment élevée.

Les meilleures qualités magnétiques des aimants moulés sont atteintes dans les alliages à structure colonnaire ou monocristalline, le champ magnétique étant appliqué parallèlement à l'axe colonnaire, durant le traitement thermique.

Les aimants peuvent être formés aussi par mélange de poudres d'alliage avec un liant organique et pressage ultérieur. La qualité de ces aimants peut être augmentée par l'application d'un champ magnétique qui produit l'anisotropie magnétique dans une direction préférentielle.

10.1.1.3 Sous-classification

Alliages magnétiques isotropes	(R1-0-x)
où $x = 1, 2, \dots$	
Alliages (moulés) magnétiques anisotropes	(R1-1-x)
où $x = 1, 2, \dots, 19$	
Alliages (frittés) magnétiques anisotropes	(R1-1-x)
où $x = 20, 21, \dots$	
Alliages magnétiques isotropes avec liant	(R1-2-x)
où $x = 1, 2, \dots$	
Alliages magnétiques anisotropes avec liant	(R1-3-x)
où $x = 1, 2, \dots$	

10.1.1.4 Propriétés magnétiques et masses volumiques

Les propriétés magnétiques et la masse volumique figurent dans les tableaux II à V (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

10.1.1.5 Tolérances sur les dimensions

Les valeurs des tolérances sur les dimensions des alliages AlNiCo frittés et moulés sont reproduites dans le tableau XIII. Le fournisseur et le client conviendront des valeurs correspondantes pour les alliages AlNiCo avec liant.

10.1.2 Alliage platine-cobalt (PtCo)

10.1.2.1 Composition chimique

Les valeurs types de composition chimique figurent dans le tableau VI.

10.1.2.2 Méthode de fabrication

Cet alliage est fabriqué par fonderie (moulage) ou par le procédé de la métallurgie des poudres. Il est possible de le laminier ou de l'étirer. Ce matériau est magnétiquement isotrope.

10. Description and tables of standard properties

10.1 *Magnetically hard alloys*

10.1.1 *Aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium alloys (AlNiCo)*

10.1.1.1 *Chemical composition*

Typical values of the chemical composition are given in Tables II to V. The alloys may also include silicon, niobium, copper and/or other elements.

10.1.1.2 *Manufacturing method*

The AlNiCo alloys are formed by casting or by a powder metallurgical process. Their magnetic performance can be increased in a preferred direction by applying a magnetic field during heat treatment thus producing magnetic anisotropy in the case of alloys with a sufficiently high cobalt content.

The best performances of cast magnets are achieved with alloys of columnar or single crystal structure, the magnetic field being applied during the heat treatment parallel to the columnar axis.

Magnets can also be formed by the mixing of alloy powders with an organic binder and subsequent pressing. By applying a magnetic field, the performance of these magnets can be improved by producing magnetic anisotropy in a preferred direction.

10.1.1.3 *Sub-classification*

Isotropic magnetic alloys with $x = 1, 2, \dots$	(R1-0- x)
Anisotropic magnetic alloys (cast) with $x = 1, 2, \dots, 19$	(R1-1- x)
Anisotropic magnetic alloys (sintered) with $x = 20, 21, \dots$	(R1-1- x)
Isotropic magnetic alloys with binder with $x = 1, 2, \dots$	(R1-2- x)
Anisotropic magnetic alloys with binder with $x = 1, 2, \dots$	(R1-3- x)

10.1.1.4 *Magnetic properties and density*

The magnetic properties and the density are given in Tables II to V (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

10.1.1.5 *Dimensional tolerances*

Values of the dimensional tolerances for sintered and cast AlNiCo alloys are given in Table XIII. Corresponding values for the AlNiCo alloys with binder shall be agreed upon between supplier and purchaser.

10.1.2 *Platinum-cobalt alloy (PtCo)*

10.1.2.1 *Chemical composition*

Typical values of the chemical composition are given in Table VI.

10.1.2.2 *Manufacturing method*

The alloy is manufactured by casting or a powder metallurgical process. It can be rolled or drawn. The material is magnetically isotropic.

10.1.2.3 *Sous-classification*

Il n'y a pas de sous-classification généralement reconnue.

10.1.2.4 *Propriétés magnétiques et masse volumique*

Les propriétés magnétiques et la masse volumique figurent dans le tableau VI (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

10.1.2.5 *Tolérances sur les dimensions*

Les valeurs des tolérances sur les dimensions des feuillets laminés à froid et des fils étirés à froid figurent dans les tableaux XIV et XV respectivement. Le fournisseur et le client conviendront des tolérances pour les aimants frittés.

10.1.3 *Alliages fer-cobalt-vanadium-chrome (FeCoVCr)*

10.1.3.1 *Composition chimique*

Les valeurs types de composition chimique figurent dans le tableau VII.

10.1.3.2 *Méthode de fabrication*

Les alliages FeCoVCr sont fabriqués par fonderie (moulage) et par laminage ou étirage à froid ou à chaud pour la production respective de feuillets ou de fils.

10.1.3.3 *Sous-classification*

La sous-classification recommandée a pour base la coercitivité de la polarisation magnétique H_{cJ} .

10.1.3.4 *Propriétés magnétiques et masses volumiques*

Les propriétés magnétiques et la masse volumique figurent dans le tableau VII (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

10.1.3.5 *Tolérances sur les dimensions*

Les valeurs des tolérances sur les dimensions de feuillets laminés à froid et des fils étirés à froid figurent dans les tableaux XIV et XV respectivement.

10.1.4 *Alliages cuivre-nickel-fer (CuNiFe)*

Ces matériaux ne sont pas normalisés.

10.1.5 *Alliages terres rares-cobalt (RECo)*

10.1.5.1 *Composition chimique*

Dans les deux compositions $RECo_5$ et RE_2Co_{17} , les principaux constituants de ce matériau magnétiquement dur sont un métal de terre rare (RE) et de cobalt. La terre rare peut être le Mischmetall, le samarium, le praséodyme ou d'autres métaux de terres rares légères ou des mélanges de ces métaux. Le Mischmetall est un mélange de métaux de terres rares obtenu quand des mélanges naturels de terres rares sont raffinés. Dans certains cas, le cobalt est partiellement remplacé par le fer, le cuivre, le manganèse et d'autres éléments. Les alliages de terres rares-cobalt ont une structure hexagonale avec une anisotropie cristalline uniaxiale élevée.

10.1.5.2 *Méthode de fabrication*

La poudre de RECo, qui peut être mélangée avec des produits favorisant le frittage, est compactée dans un champ magnétique, ce qui produit des aimants anisotropes. Les pièces compactées sont frittées sous une atmosphère protectrice.

Des aimants peuvent être aussi formés par le mélange de la poudre de terre rare-cobalt avec un liant, le plus souvent organique. Le mélange est pressé dans un champ magnétique et les pièces compactées sont polymérisées.

10.1.2.3 *Sub-classification*

There is no generally recognized sub-classification.

10.1.2.4 *Magnetic properties and density*

The magnetic properties and the density are given in Table VI (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

10.1.2.5 *Dimensional tolerances*

Values of the dimensional tolerances of cold rolled strips and cold drawn wires are given in Tables XIV and XV, respectively. For sintered magnets the dimensional tolerances shall be agreed upon between supplier and purchaser.

10.1.3 *Iron-cobalt-vanadium-chromium alloys (FeCoVCr)*

10.1.3.1 *Chemical composition*

Typical values of the chemical composition are given in Table VII.

10.1.3.2 *Manufacturing method*

The FeCoVCr alloys are manufactured by casting and hot or cold rolling or drawing to produce strips or wires, respectively.

10.1.3.3 *Sub-classification*

The recommended sub-classification is based on the coercivity of magnetic polarization H_{CJ} .

10.1.3.4 *Magnetic properties and density*

The magnetic properties and the density are given in Table VII (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

10.1.3.5 *Dimensional tolerances*

Values of the dimensional tolerances of cold rolled strips and cold drawn wires are given in Tables XIV and XV, respectively.

10.1.4 *Copper-nickel-iron alloys (CuNiFe)*

These materials are not standardised.

10.1.5 *Rare earth-cobalt alloys (RECo)*

10.1.5.1 *Chemical composition*

In the two compositions $RECo_5$ and RE_2Co_{17} , the main constituents of this magnetically hard material are a rare earth metal (RE) and cobalt. The rare earth metal may be Mischmetall, samarium, praseodymium, other light rare earth metals or mixtures of these metals. Mischmetall is a mixture of rare earth metals obtained when naturally occurring mixtures of rare earths are refined. In some cases, cobalt is partially substituted by iron, copper, manganese and other elements. Rare earth-cobalt alloys have a hexagonal structure with high uniaxial crystal anisotropy.

10.1.5.2 *Manufacturing method*

Compacting of the RECo powder, which can be blended with sintering aids, is carried out in a magnetic field, thus obtaining anisotropic magnets. The pressed bodies are sintered under a protective atmosphere.

Magnets may also be formed by mixing rare earth-cobalt powder with a binder (usually organic). The mixture is pressed in a magnetic field and the pressed bodies are cured.

10.1.5.3 *Sous-classification*

Aimants anisotropes du type RECo_5 (R5-1-x)
où $x = 1, 2, \dots$

Aimants anisotropes du type RECo_5 (R5-3-x)
avec liant où $x = 1, 2, \dots$

10.1.5.4 *Propriétés magnétiques et masses volumiques*

Les propriétés magnétiques et la masse volumique figurent dans les tableaux VIII et IX (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

Note. — Actuellement, le développement des alliages RECo progresse rapidement. On pourra donc, à l'avenir, disposer d'autres qualités que celles qui figurent aux tableaux VIII et IX.

10.1.5.5 *Tolérances sur les dimensions*

Le fournisseur et le client conviendront des tolérances sur les dimensions.

10.1.6 *Alliages chrome-fer-cobalt (CrFeCo)*

10.1.6.1 *Composition chimique*

Les valeurs types de composition chimique figurent dans le tableau X. Ces alliages peuvent comprendre du silicium, du molybdène, du vanadium, de l'aluminium et/ou d'autres éléments.

10.1.6.2 *Méthode de fabrication*

Les alliages CrFeCo peuvent être fabriqués par fonderie (moulage) et par laminage ou étirage à froid pour la production de feuillets et de fils, ou peuvent être formés au moyen d'un procédé de métallurgie des poudres. Ils servent à produire des pièces par estampage, tournage ou perçage. Après mise en forme, un traitement thermique est nécessaire pour obtenir les propriétés magnétiques permanentes. La qualité magnétique peut être augmentée dans une direction préférentielle par l'application d'un champ magnétique pendant le traitement thermique.

10.1.6.3 *Sous-classification*

Alliages magnétiques isotropes (R6-0-x)
où $x = 1, 2, \dots$

Alliages magnétiques anisotropes (R6-1-x)
où $x = 1, 2, \dots$

10.1.6.4 *Propriétés magnétiques et masses volumiques*

Les propriétés magnétiques et la masse volumique d'un alliage isotrope et anisotrope figurent dans le tableau X (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

Note. — Actuellement, le développement des alliages CrFeCo progresse rapidement. On pourra donc à l'avenir disposer d'autres qualités que celles qui figurent au tableau X.

10.1.6.5 *Tolérances sur les dimensions*

Les valeurs des tolérances sur les dimensions de feuillets laminés à froid et de fils et barres étirés à froid figurent dans les tableaux XIV et XV respectivement. Le fournisseur et le client conviendront des tolérances pour les aimants frittés.

10.2 *Céramiques magnétiquement dures (Ferrites magnétiquement durs)*

10.2.1 *Composition chimique*

La composition chimique des ferrites magnétiquement durs peut être caractérisée par la formule $\text{MO} \cdot n \text{Fe}_2\text{O}_3$ (où $\text{M} = \text{Ba}, \text{Sr}$ et/ou Pb). Le facteur n peut varier de 4,5 à 6,5.

Des additions spéciales sont parfois faites pour améliorer les propriétés magnétiques. Les ferrites magnétiquement durs ont une structure hexagonale et une anisotropie cristalline uniaxiale élevée.

Note. — L'expression «ferrites magnétiquement durs» est souvent abrégée en «ferrites durs».

10.1.5.3 *Sub-classification*

Anisotropic magnets of the type RECo_5 (R5-1-x)
with $x = 1, 2, \dots$

Anisotropic magnets of the type RECo_5 (R5-3-x)
with binder with $x = 1, 2, \dots$

10.1.5.4 *Magnetic properties and density*

The magnetic properties and the density are given in Tables VIII and IX (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

Note. — The RECo alloys are at present undergoing rapid development. Further grades beyond those shown in Tables VIII and IX may be available in the future.

10.1.5.5 *Dimensional tolerances*

The dimensional tolerances shall be agreed upon between supplier and purchaser.

10.1.6 *Chromium-iron-cobalt alloys (CrFeCo)*10.1.6.1 *Chemical composition*

Typical values of the chemical composition are given in Table X. These alloys may include silicon, molybdenum, vanadium, aluminium and/or other elements.

10.1.6.2 *Manufacturing method*

The CrFeCo alloys can be manufactured by casting and cold rolling or drawing to produce strips and wires or can be formed by a powder metallurgical process. Parts are made from this material by stamping, turning or drilling. Subsequent to the shaping, a heat treatment has to be provided to obtain the permanent magnetic properties. The magnetic performance can be increased in a preferred direction by applying a magnetic field during heat treatment.

10.1.6.3 *Sub-classification*

Isotropic magnetic alloys (R6-0-x)
with $x = 1, 2, \dots$

Anisotropic magnetic alloys (R6-1-x)
with $x = 1, 2, \dots$

10.1.6.4 *Magnetic properties and density*

The magnetic properties and the density of an isotropic and an anisotropic alloy are given in Table X (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

Note. — The CrFeCo alloys are at present undergoing rapid development. Further grades beyond those shown in Table X may be available in the future.

10.1.6.5 *Dimensional tolerances*

Values of the dimensional tolerances of cold rolled strips and cold drawn wires and bars are given in Tables XIV and XV, respectively. For sintered magnets, the dimensional tolerances shall be agreed upon between supplier and purchaser.

10.2 *Magnetically hard ceramics (Magnetically hard ferrites)*10.2.1 *Chemical composition*

The chemical composition of the magnetically hard ferrites can be described by the formula $\text{MO} \cdot n \text{Fe}_2\text{O}_3$ (where M = Ba, Sr and/or Pb). The ratio n can vary from 4.5 to 6.5.

Sometimes the magnetic properties are improved by special additives. The magnetically hard ferrites have a hexagonal structure with high uniaxial crystal anisotropy.

Note. — "Magnetically hard ferrites" are often designated simply as "hard ferrites".

10.2.2 Méthode de fabrication

Le compactage de la poudre est effectué avec ou sans champ magnétique pour obtenir des aimants anisotropes ou isotropes. Les pièces compactées sont frittées. Des aimants peuvent être formés aussi par le mélange de la poudre de ferrite avec un liant organique. Les procédés ultérieurs de fabrication sont alors les suivants: calandrage, extrusion, estampage ou moulage par injection. Des aimants liés anisotropes peuvent aussi être produits par orientation mécanique et/ou magnétique des particules de poudre.

10.2.3 Sous-classification

Ferrites magnétiquement durs isotropes	(S1-0-x)	} où $x = 1, 2, \dots$
Ferrites magnétiquement durs anisotropes	(S1-1-x)	
Ferrites magnétiquement durs isotropes avec liant	(S1-2-x)	
Ferrites magnétiquement durs anisotropes avec liant	(S1-3-x)	

10.2.4 Propriétés magnétiques et masses volumiques

Les propriétés magnétiques et la masse volumique des ferrites magnétiquement durs isotropes et anisotropes figurent dans le tableau XI. Les données correspondantes pour les ferrites magnétiquement durs isotropes et anisotropes avec liant organique figurent au tableau XII (voir aussi les paragraphes 3.1 et 3.2 ainsi que l'article 5).

10.2.5 Tolérances sur les dimensions

Les valeurs des tolérances sur les dimensions des ferrites magnétiquement durs isotropes et anisotropes ainsi que des ferrites magnétiquement durs avec liant produits par des méthodes différentes figurent au tableau XVI.

TABLEAU I

Classification des matériaux magnétiquement durs

Groupe	Constituants principaux	Repère dans le code chiffré*
Alliages magnétiquement durs (R)	Alliages aluminium-nickel-cobalt-fer-titane	R1
	Alliage platine-cobalt	R2
	Alliages fer-cobalt-vanadium-chrome	R3
	Alliages terres rares-cobalt	R5
	Alliages chrome-fer-cobalt	R6
Céramiques magnétiquement dures (S)	Ferrites magnétiquement durs $(MO \cdot n Fe_2 O_3; M = Ba, Sr \text{ et/ou } Pb, \text{ et } n = 4,5 \text{ à } 6,5)$	S1

* Le code chiffré se réfère à la deuxième colonne des tableaux II à XII (voir aussi l'article 6).

10.2.2 Manufacturing method

Compacting of the powder is carried out with or without a magnetic field, thus obtaining anisotropic or isotropic magnets. The pressed bodies are sintered. Magnets may also be formed by mixing ferrite powder with an organic binder. Subsequent manufacturing processes are calendering, extrusion, pressing or injection moulding. Anisotropic magnets can also be made by mechanical and/or magnetic orientation of the powder particles.

10.2.3 Sub-classification

Isotropic magnetically hard ferrites	(S1-0- <i>x</i>)	} with <i>x</i> = 1, 2, ...
Anisotropic magnetically hard ferrites	(S1-1- <i>x</i>)	
Isotropic magnetically hard ferrites with binder	(S1-2- <i>x</i>)	
Anisotropic magnetically hard ferrites with binder	(S1-3- <i>x</i>)	

10.2.4 Magnetic properties and density

The magnetic properties and the density of the isotropic and anisotropic magnetically hard ferrites are given in Table XI. The respective data for the isotropic and anisotropic magnetically hard ferrites with an organic binder are given in Table XII (see also Sub-clauses 3.1 and 3.2, and Clause 5).

10.2.5 Dimensional tolerances

Values of the dimensional tolerances for isotropic and anisotropic magnetically hard ferrites as well as for magnetically hard ferrites with binder produced by different methods are given in Table XVI.

TABLE I
Classification of magnetically hard materials

Group	Principal constituents	First part of the code number*
Magnetically hard alloys (R)	Aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium alloys	R1
	Platinum-cobalt alloy	R2
	Iron-cobalt-vanadium-chromium alloys	R3
	Rare earth-cobalt alloys	R5
	Chromium-iron-cobalt alloys	R6
Magnetically hard ceramics (S)	Magnetically hard ferrites ($\text{MO} \cdot n \text{Fe}_2 \text{O}_3$; M = Ba, Sr and/or Pb, and $n = 4.5$ to 6.5)	S1

* The code number refers to the second column of Tables II to XII (see also Clause 6).

TABLEAU II
Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages isotropes AlNiCo moulés et frittés

Matériau		Composition chimique (% en masse)						Propriétés magnétiques ^(1), 2)				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique		
Abréviation	Code chiffré	Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{CB} kA/m	Coercitivité H_{CJ} kA/m		moulé	fritté	
															g/cm ³
Valeurs types															
Valeurs minimales spécifiées															
AlNiCo 8/4	R1-0-1	11 à 13	0 à 1	2 à 4	21 à 28	0 à 1	reste	8,0	520	40	43	4,5 à 5,5	6,9	6,8	
AlNiCo 9/3	R1-0-2	11 à 13	0 à 5	2 à 6	21 à 28	0 à 1	reste	9,0 ³⁾	630	30	32	6,0 à 7,0	7,1	6,9	
AlNiCo 9/5	R1-0-3	11 à 13	0 à 5	2 à 4	21 à 28	0 à 1	reste	9,0 ³⁾	550	44	47	4,0 à 5,0	-	6,8	
AlNiCo 12/4	R1-0-4	8 à 13	11 à 15	2 à 6	16 à 24	0 à 1	reste	11,6 ³⁾	700	38	41	6,0 à 7,0	7,0	7,0	
AlNiCo 12/6	R1-0-5	9 à 13	12 à 17	2 à 6	18 à 24	0 à 1	reste	11,6 ³⁾	630	52	55	4,0 à 5,5	-	7,0	
AlNiCo 17/9	R1-0-6	6 à 8	24 à 34	3 à 6	13 à 19	5 à 9	reste	17,0	580	80	86	3,0 à 4,0	7,3	7,1	

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2.

$$T_C = 1030 \text{ K à } 1180 \text{ K}$$

$$\alpha(B_r) = -0,02\%/K$$

$$\alpha(H_{CJ}) = +0,03 \text{ à } -0,07\%/K$$

³⁾ Les différences observées dans la rémanence et les coercitivités sont dues aux différences de traitements thermiques et de composition.

TABLE II

Chemical composition, magnetic properties and density of cast and sintered isotropic AlNiCo alloys

Material		Chemical composition (wt.%)					Magnetic properties ^{1), 2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density		
Brief designation	Code number	Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m ³	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m		Coercivity H_{cJ} kA/m	Cast	Sintered
		g/cm ³												
Typical values														
Specified minimum values														
AlNiCo 8/4	R1-0-1	11 to 13	0 to 1	2 to 4	21 to 28	0 to 1	balance	8,0	520	40	43	4,5 to 5,5	6,9	6,8
AlNiCo 9/3	R1-0-2	11 to 13	0 to 5	2 to 6	21 to 28	0 to 1	balance	9,0 ³⁾	650	30	32	6,0 to 7,0	7,1	6,9
AlNiCo 9/5	R1-0-3	11 to 13	0 to 5	2 to 4	21 to 28	0 to 1	balance	9,0 ³⁾	550	44	47	4,0 to 5,0	–	6,8
AlNiCo 12/4	R1-0-4	8 to 13	11 to 15	2 to 6	16 to 24	0 to 1	balance	11,6 ³⁾	700	38	41	6,0 to 7,0	7,0	7,0
AlNiCo 12/6	R1-0-5	9 to 13	12 to 17	2 to 6	18 to 24	0 to 1	balance	11,6 ³⁾	630	52	55	4,0 to 5,5	–	7,0
AlNiCo 17/9	R1-0-6	6 to 8	24 to 34	3 to 6	13 to 19	5 to 9	balance	17,0	580	80	86	3,0 to 4,0	7,3	7,1

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

$$T_C = 1030 \text{ K to } 1180 \text{ K}$$

$$\alpha(B_r) = -0.02 \%/\text{K}$$

$$\alpha(H_{cJ}) = +0.03 \text{ to } -0.07 \%/\text{K} \quad \left. \vphantom{\alpha(H_{cJ})} \right\} \text{ for temperatures from } 273 \text{ K to } 373 \text{ K.}$$

³⁾ The differences in remanence and coercivity are due to different heat treatments and compositions.

TABLEAU III
Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages AlNiCo anisotropes moulés

Matériau		Composition chimique (% en masse)						Propriétés magnétiques ^{1), 2)}					Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masses volumiques g/cm ³
Abréviation	Code chiffré	Al	Co	Cu	Nb	Ni	Ti	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B _r mT	Coercitivité H _{CB} kA/m	Coercitivité H _{CJ} kA/m		
		Valeurs types												
Valeurs minimales spécifiées														
*AlNiCo 37/5 ³⁾	R1-1-1	8 à 9	23 à 26	3 à 4	0 à 1	13 à 16	—	reste	37,0	1 180	48	49	3,0 à 4,5	7,3
*AlNiCo 44/5 ³⁾	R1-1-2	8 à 9	23 à 26	3 à 4	0 à 1	13 à 16	—	reste	44,0	1 200	52	53	2,5 à 4,0	7,3
AlNiCo 52/6 ³⁾	R1-1-3	8 à 9	23 à 26	3 à 4	0 à 1	13 à 16	—	reste	52,0	1 250	55	56	1,5 à 3,0	7,3
AlNiCo 26/6	R1-1-4	7 à 9	25 à 27	3 à 4	0 à 3	14 à 16	0 à 1	reste	26,0	900	56	68	3,5 à 5,5	7,3
*AlNiCo 38/11	R1-1-5	6 à 8	30 à 36	3 à 4	0 à 1	13 à 15	4 à 6	reste	38,0	800	110	112	1,5 à 2,5	7,3
AlNiCo 60/11	R1-1-6	6 à 8	35 à 39	2 à 4	0 à 1	13 à 15	4 à 6	reste	60,0	900	110	112	1,5 à 2,5	7,3
AlNiCo 36/15	R1-1-7	6 à 8	38 à 42	2 à 4	0 à 1	13 à 15	7 à 9	reste	36,0	700	140	148	1,5 à 2,5	7,3

1) Voir paragraphe 3.1.

2) Pour des valeurs types d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2, voir le tableau II.

3) Les différences observées dans les valeurs magnétiques sont dues aux techniques de moulage.

* Les qualités ainsi repérées sont les plus communes et devraient normalement recevoir la préférence des concepteurs.

TABLE III
Chemical composition, magnetic properties and density of cast anisotropic AlNiCo alloys

Material		Chemical composition (wt. %)						Magnetic properties ^(1), 2)					Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm ³
Brief designation	Code number	Al	Co	Cu	Nb	Ni	Ti	Fe	Maximum BH product (BH) _{mgx} kJ/m ³	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m	Typical values	
		Typical values						Specified minimum values						
*AlNiCo 37/5 ⁽³⁾	R1-1-1	8 to 9	23 to 26	3 to 4	0 to 1	13 to 16	—	balance	37.0	1 180	48	49	3.0 to 4.5	7.3
*AlNiCo 44/5 ⁽³⁾	R1-1-2	8 to 9	23 to 26	3 to 4	0 to 1	13 to 16	—	balance	44.0	1 200	52	53	2.5 to 4.0	7.3
AlNiCo 52/6 ⁽³⁾	R1-1-3	8 to 9	23 to 26	3 to 4	0 to 1	13 to 16	—	balance	52.0	1 250	55	56	1.5 to 3.0	7.3
AlNiCo 26/6	R1-1-4	7 to 9	25 to 27	3 to 4	0 to 3	14 to 16	0 to 1	balance	26.0	900	56	68	3.5 to 5.5	7.3
*AlNiCo 38/11	R1-1-5	6 to 8	30 to 36	3 to 4	0 to 1	13 to 15	4 to 6	balance	38.0	800	110	112	1.5 to 2.5	7.3
AlNiCo 60/11	R1-1-6	6 to 8	35 to 39	2 to 4	0 to 1	13 to 15	4 to 6	balance	60.0	900	110	112	1.5 to 2.5	7.3
AlNiCo 36/15	R1-1-7	6 to 8	38 to 42	2 to 4	0 to 1	13 to 15	7 to 9	balance	36.0	700	140	148	1.5 to 2.5	7.3

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ For typical values of additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2, see Table II.

³⁾ Differences in the magnetic values are due to casting techniques.

* These are preferred grades and should normally be used by designers.

TABLEAU IV

Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages AlNiCo anisotropes frittés

Matériau		Composition chimique (% en masse)						Propriétés magnétiques ^{(1), (2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm ³	
Abréviation	Code chiffré	Al	Co	Cu	Nb	Ni	Ti	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B _r mT	Coercitivité H _{cB} kA/m	Coercitivité H _{cJ} kA/m	Valeurs types	
		Valeurs minimales spécifiées												
Valeurs types														
*AlNiCo 34/5	R1-1-20	8 à 9	23 à 26	2 à 4	0 à 1	13 à 16	0 à 1	reste	34,0	1 120	47	48	3,0 à 4,5	7,1
AlNiCo 26/6	R1-1-21	7 à 9	23 à 27	2 à 4	0 à 3	14 à 16	0 à 1	reste	26,0	900	56	58	3,5 à 5,5	7,0
*AlNiCo 31/11	R1-1-22	6 à 8	30 à 36	3 à 6	0 à 1	13 à 15	4 à 6	reste	31,0	760	107	111	2,0 à 4,0	7,0
AlNiCo 33/15	R1-1-23	6 à 8	38 à 42	2 à 4	0 à 1	13 à 15	7 à 9	reste	33,0	650	136	150	1,5 à 2,5	7,0

¹⁾ Voir paragraphe 3.1.

²⁾ Pour des valeurs types d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2, voir le tableau II.

* Les qualités ainsi repérées sont les plus communes et devraient normalement recevoir la préférence des concepteurs.

TABLE IV
Chemical composition, magnetic properties and density of sintered anisotropic AlNiCo alloys

Material		Chemical composition (wt. %)						Magnetic properties ^{(1), (2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm ³	
Brief designation	Code number	Al	Co	Cu	Nb	Ni	Ti	Fe	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m ³	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m	Typical values	
		Typical values						Specified minimum values						
*AlNiCo 34/5	R1-1-20	8 to 9	23 to 26	2 to 4	0 to 1	13 to 16	0 to 1	balance	34.0	1 120	47	48	3.0 to 4.5	7.1
AlNiCo 26/6	R1-1-21	7 to 9	23 to 27	2 to 4	0 to 3	14 to 16	0 to 1	balance	26.0	900	56	58	3.5 to 5.5	7.0
*AlNiCo 31/11	R1-1-22	6 to 8	30 to 36	3 to 6	0 to 1	13 to 15	4 to 6	balance	31.0	760	107	111	2.0 to 4.0	7.0
AlNiCo 33/15	R1-1-23	6 to 8	38 to 42	2 to 4	0 to 1	13 to 15	7 to 9	balance	33.9	650	136	150	1.5 to 2.5	7.0

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ For typical values of additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2, see Table II.

* These are preferred grades and should normally be used by designers.

TABLEAU V

Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages AlNiCo isotropes avec liant organique

Matériau		Composition chimique (à l'exception du liant) (% en masse)						Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm ³		
Abréviation	Code chiffré	Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B _r mT	Coercitivité H _{CB} kA/m	Coercitivité H _{CJ} kA/m				
Valeurs minimales spécifiées														Valeurs types	
AlNiCo 3/5p	R1-2-1	11 à 13	0 à 5	2 à 4	21 à 28	0 à 1	reste	3,1	280	37	46	2,0 à 3,0	5,3		
AlNiCo 5/6p	R1-2-2	9 à 13	12 à 17	2 à 6	18 à 24	0 à 1	reste	5,2	320	46	56	2,0 à 3,0	5,4		
AlNiCo 7/8p	R1-2-3	6 à 8	24 à 34	3 à 6	13 à 19	5 à 9	reste	7,0	340	72	84	2,0 à 3,0	5,5		

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.²⁾ Pour des valeurs types d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2, voir le tableau II.

TABLEAU VI

Composition chimique, propriétés magnétiques et masse volumique d'un alliage PtCo isotrope

Matériau		Composition chimique (% en masse)		Propriétés magnétiques ^{(1), (2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm^3	
Abréviation	Code chiffré	Pt	Co	Maximum du produit BH $(BH)_{\text{max}}$ kJ/m^3	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{CB} kA/m	Coercitivité H_{CJ} kA/m			
		Valeurs minimales spécifiées								
		Valeurs types							Valeurs types	
PtCo 60/40	R2-0-1	77 à 78	22 à 23	60,0	600	350	400	1,1	15,5	

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2. T_C = environ 800 K $\alpha(B_r)$ = -0,01 à -0,02 %/K $\alpha(H_{CJ})$ = -0,35 %/K } pour des températures allant de 273 K à 373 K.

TABLE V

Chemical composition, magnetic properties and density of isotropic AlNiCo alloys with organic binder

Material		Chemical composition (except the binder) (wt.%)						Magnetic properties ^{1), 2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm ³
Brief designation	Code number	Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe	Maximum BH product (BH) _{max} kJ/m ³	Remanence B _r mT	Coercivity H _{cB} kA/m	Coercivity H _{cJ} kA/m		
		Typical values							Specified minimum values				
AlNiCo 3/5p	RI-2-1	11 to 13	0 to 5	2 to 4	21 to 28	0 to 1	balance	3.1	280	37	46	2.0 to 3.0	5.3
AlNiCo 5/6p	RI-2-2	9 to 13	12 to 17	2 to 6	18 to 24	0 to 1	balance	5.2	320	46	56	2.0 to 3.0	5.4
AlNiCo 7/8p	RI-2-3	6 to 8	24 to 34	3 to 6	13 to 19	5 to 9	balance	7.0	340	72	84	2.0 to 3.0	5.5

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2, see Table II.

TABLE VI

Chemical composition, magnetic properties and density of a PtCo alloy (isotropic)

Material	Chemical composition (wt. %)		Magnetic properties ^{(1), (2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm ³	
	Pt	Co	Maximum BH product (BH) _{max} kJ/m ³	Remanence B _r mT	Coercivity H _{cB} kA/m	Coercivity H _{cJ} kA/m			
Brief designation	Code number		Specified minimum values				Typical values		
PtCo 60/40	R2-0-1	77 to 78	22 to 23	60.0	600	350	400	1.1	15.5

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

T_C = approx. 800 K

$\alpha(B_r) = -0.01$ to -0.02 %/K } for temperatures from 273 K to 373 K.

$\alpha(H_{cJ}) = -0.35$ %/K

TABLEAU VII
Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages FeCoVCr

Matériau		Composition chimique (% en masse)		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm ³
Abréviation	Code chiffré	Co	V + Cr	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{CB} kA/m		
Valeurs types									
Valeurs minimales spécifiées									
FeCoVCr 4/0,4	R3-1-1	51 à 54	4 à 5	reste	4,0	1 400	3,6	3,6	9,0 à 25,0
FeCoVCr 7/1	R3-1-1	51 à 54	8 à 10	reste	7,0	1 000	9,6	9,6	6,0 à 16,0
FeCoVCr 8/2	R3-1-2	51 à 54	8 à 11	reste	8,0	900	18,0	18,0	3,0 à 10,0
FeCoVCr 11/2	R3-1-3	51 à 54	10 à 13	reste	11,0	800	24,0	24,0	2,0 à 8,0

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2.

T_C = environ 1 000 K

$\alpha(B_r)$ = -0,01 %/K

$\alpha(H_{CD})$ = environ 0 %/K } pour des températures allant de 273 K à 373 K.

TABLE VII
Chemical composition, magnetic properties and density of FeCoVCr alloys

Material		Chemical composition (wt. %)		Magnetic properties ^{1), 2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm^3
Brief designation	Code number	Co	V + Cr	Fe	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m	Typical values
		Specified minimum values							
Typical values									
FeCoVCr 4/0.4	R3-1-1	51 to 54	4 to 5	balance	4.0	1 400	3.6	3.6	9.0 to 25.0
FeCoVCr 7/1	R3-1-1	51 to 54	8 to 10	balance	7.0	1 000	9.6	9.6	6.0 to 16.0
FeCoVCr 8/2	R3-1-2	51 to 54	8 to 11	balance	8.0	900	18.0	18.0	3.0 to 10.0
FeCoVCr 11/2	R3-1-3	51 to 54	10 to 13	balance	11.0	800	24.0	24.0	2.0 to 8.0

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

T_C = approx. 1 000 K

$\alpha(B_r)$ = -0.01 %/K

$\alpha(H_d)$ = approx. 0 %/K } for temperatures from 273 K to 373 K.

TABLEAU VIII
Propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages RECo anisotropes⁶⁾

Matériau		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm ³
Abréviation	Code chiffré	Maximum du produit BH $(BH)_{max}$ kJ/m ³	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{cb} kA/m	Coercitivité H_{cj} kA/m		
		Valeurs minimales spécifiées					
RECo 80/80 ³⁾	R5-1-1	80	650	500	800	1,05	8,1
RECo 120/96 ⁴⁾	R5-1-2	120	770	590	960	1,05	8,2
RECo 160/80 ⁵⁾	R5-1-3	160	900	640	800	1,05	8,1

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2.

T_C = environ 1 000 K

$\alpha(B_r)$ = -0,045 %/K } pour des températures allant de 273 K à 373 K.

$\alpha(H_{cj})$ = -0,3 %/K

³⁾ La composition type est $MMCo_5$ où MM est un Cérium-Mischmétal naturel.

⁴⁾ La composition type est $SmCo_5$.

⁵⁾ La composition type est $(Sm, Pr) Co_5$.

⁶⁾ Les matériaux donnés ci-dessus ne constituent qu'un exemple; le développement d'autres matériaux progresse rapidement.

TABLE VIII

Magnetic properties and density of anisotropic RECo alloys⁶⁾

Material		Magnetic properties ^{1), 2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm^3
Brief designation	Code number	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m		
		Specified minimum values					
RECo 80/80 ³⁾	R5-1-1	80	650	500	800	1.05	8.1
RECo 120/96 ⁴⁾	R5-1-2	120	770	590	960	1.05	8.2
RECo 160/80 ⁵⁾	R5-1-3	160	900	640	800	1.05	8.1

1) See Sub-clause 3.1.

2) Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

 T_C = approx. 1 000 K $\alpha(B_r)$ = -0.045 %/K $\alpha(H_{cJ})$ = -0.3 %/K } for temperatures from 273 K to 373 K.3) The typical composition is $MMCo_5$ where MM is naturally occurring cerium-Mischmetal.4) The typical composition is $SmCo_5$.5) The typical composition is $(Sm, Pr)Co_5$.

6) The materials quoted are merely examples; other materials are undergoing rapid development.

TABEAU IX

Propriétés magnétiques et masse volumique d'un alliage RECo anisotrope avec liant organique³⁾

Matériau		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm^3
Abréviation	Code chiffré	Maximum du produit BH $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{80} kA/m	Coercitivité H_{cJ} kA/m	Valeurs types	
		Valeurs minimales spécifiées					
		48	500	360	600		
RECo 48/60 p	R5-3-1					1,05	5,2

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Pour des valeurs types d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2, voir le tableau VIII.

³⁾ Les matériaux donnés ci-dessus ne constituent qu'un exemple; le développement d'autres matériaux progresse rapidement.

TABLE IX
Magnetic properties and density of an anisotropic RECo alloy with organic binder³⁾

Material		Magnetic properties (1, 2)				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm^3
Brief designation	Code number	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m		
		Specified minimum values					
RECo 48/60 p	R5-3-1	48	500	360	600	1.05	5.2
Typical values							

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ For typical values of additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2, see Table VIII.

³⁾ The materials quoted are merely examples; other materials are undergoing rapid development.

TABLEAU X

Composition chimique, propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages CrFeCo isotrope et anisotrope³⁾

Matériau		Composition chimique (% en masse)		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}					Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm ³	
Abréviation	Code chiffré	Cr	Co	Fe	Maximum du produit BH (BH) _{max} kJ/m ³	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{cB} kA/m	Coercitivité H_{cJ} kA/m			
Valeurs minimales spécifiées											
		Valeurs types			Valeurs minimales spécifiées					Valeurs types	
CrFeCo 12/4 (isotrope)	R6-0-1	25 à 35	10 à 25	reste	12	800	40	42	5,5 à 6,5	7,6	
CrFeCo 28/5 (anisotrope)	R6-1-1	25 à 35	10 à 25	reste	28	1 000	45	46	3 à 4	7,6	

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2.

T_C = environ 1 125 K (valeur extrapolée des alliages en l'état magnétique optimum; la décomposition des phases a lieu à une température inférieure environ 910 K pour l'alliage décomposé.

$\alpha(B_r)$ = -0,03 %/K (alliages anisotropes)
 $\alpha(B_r)$ = -0,05 %/K (alliages isotropes)
 $\alpha(H_{cJ})$ = -0,04 %/K } pour des températures allant de 273 K à 373 K

³⁾ Les matériaux donnés ci-dessus ne constituent qu'un exemple; le développement d'autres matériaux progresse rapidement.

TABLE X

Chemical composition, magnetic properties and density of an isotropic and an anisotropic CrFeCo alloy³⁾

Material		Chemical composition (wt. %)			Magnetic properties ^{1), 2)}				Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm ³	
Brief designation	Code number	Cr	Co	Fe	Maximum $BH_{product}$ $(BH)_{max}$ kJ/m ³	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m			
		Typical values					Specified minimum values			Typical values	
		CrFeCo 12/4 (isotropic)	R6-0-1	25 to 35	10 to 25	balance	12	800	40	42	5.5 to 6.5
CrFeCo 28/5 (anisotropic)	R6-1-1	25 to 35	10 to 25	balance	28	1 000	45	46	3 to 4	7.6	

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

T_C = approx. 1 125 K (extrapolated value of alloys in the optimum magnetic state; phase decomposition takes place at a lower temperature)
approx. 910 K for the decomposed structure

$\alpha(B_r)$ = -0.03 %/K (anisotropic alloys)

-0.05 %/K (isotropic alloys)

$\alpha(H_d)$ = -0.04 %/K

} for temperatures from 273 K to 373 K

³⁾ The materials quoted are merely examples; other materials are undergoing rapid development.

TABLEAU XI
Propriétés magnétiques et masses volumiques des ferrites durs isotropes et anisotropes

Matériau		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm^3
Abréviation	Code chiffré	Maximum du produit BH $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{cB} kA/m	Coercitivité H_{cJ} kA/m		
		Valeurs minimales spécifiées					
Ferrite dur 7/21	S1-0-1	6,5	190	125	210	1,2	4,9
Ferrite dur 20/19	S1-1-1	20,0	320	170	190	1,1	4,8
Ferrite dur 20/28	S1-1-2	20,0	310	220	280	1,1	4,6
Ferrite dur 24/23	S1-1-3	24,0	350	245	230	1,1	4,8
Ferrite dur 25/14	S1-1-4	25,0	380	130	135	1,1	5,0
Ferrite dur 25/22	S1-1-5	25,0	370	205	220	1,1	4,8
Ferrite dur 26/18	S1-1-6	26,0	370	175	180	1,1	5,0

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Valeurs types pour d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2.

T_C = environ 723 K
 $\alpha(B_r)$ = -0,2%/K
 $\alpha(H_{cJ})$ = +0,2 à 0,5%/K

pour des températures allant de 273 K à 373 K.

TABLE XI
Magnetic properties and density of the isotropic and anisotropic hard ferrites

Material		Magnetic properties ^{1), 2)}					Relative recoil permeability μ_{rec}	Density g/cm^3
Brief designation	Code number	Maximum BH product $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Remanence B_r mT	Coercivity H_{cB} kA/m	Coercivity H_{cJ} kA/m			
		Specified minimum values						
Hard Ferrite 7/21	SI-0-1	6.5	190	125	210	1.2	4.9	
Hard Ferrite 20/19	SI-1-1	20.0	320	170	190	1.1	4.8	
Hard Ferrite 20/28	SI-1-2	20.0	310	220	280	1.1	4.6	
Hard Ferrite 24/23	SI-1-3	24.0	350	215	230	1.1	4.8	
Hard Ferrite 25/14	SI-1-4	25.0	380	130	135	1.1	5.0	
Hard Ferrite 25/22	SI-1-5	25.0	370	205	220	1.1	4.8	
Hard Ferrite 26/18	SI-1-6	26.0	370	175	180	1.1	5.0	

¹⁾ See Sub-clause 3.1.

²⁾ Typical values for additional magnetic properties mentioned in Sub-clause 3.2.

T_C = approx. 723 K

$\alpha(B_r)$ = -0.2%/K

$\alpha(H_{cJ})$ = +0.2 to 0.5%/K } for temperatures from 273 K to 373 K.

TABEAU XII

Propriétés magnétiques et masses volumiques des ferrites durs isotropes et anisotropes avec liant organique

Matériau		Propriétés magnétiques ^{1), 2)}				Perméabilité relative de recul μ_{rec}	Masse volumique g/cm^3
Abréviation	Code chiffré	Maximum du produit BH $(BH)_{max}$ kJ/m^3	Rémanence B_r mT	Coercitivité H_{cB} kA/m	Coercitivité H_{cJ} kA/m		
		Valeurs minimales spécifiées					
Ferrite dur 1/18p Ferrite dur 3/18p	S1-2-1 S1-2-2	0,8 3,2	63 135	50 85	175 175	1,1 1,1	2,3 3,8
		9,0 10,0	220 230	145 165	190 225	1,1 1,1	3,4 3,5
Ferrite dur 9/19p Ferrite dur 10/22p	S1-3-1 S1-3-2						

¹⁾ Voir le paragraphe 3.1.

²⁾ Pour des valeurs types d'autres propriétés magnétiques mentionnées au paragraphe 3.2, voir le tableau XI.