

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
85**

Deuxième édition
Second edition
1984

**Evaluation et classification thermiques
de l'isolation électrique**

**Thermal evaluation and classification
of electrical insulation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 85: 1984

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
85**

Deuxième édition
Second edition
1984

**Evaluation et classification thermiques
de l'isolation électrique**

**Thermal evaluation and classification
of electrical insulation**

© CEI 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Généralités	6
2.1 Classes thermiques	6
2.1.1 Conditions de fonctionnement	8
2.1.2 Matériaux isolants dans les systèmes d'isolation	8
2.1.3 Température et échauffement	8
2.1.4 Autres facteurs d'influence	8
2.1.5 Performance d'une isolation	10
2.2 Responsabilité pour la sélection et l'attribution	10
3. Evaluation thermique des matériaux isolants	10
4. Evaluation thermique des systèmes d'isolation	14
5. Classification	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. General	7
2.1 Thermal classes	7
2.1.1 Operating conditions	9
2.1.2 Insulating materials in insulation systems	9
2.1.3 Temperature and temperature rise	9
2.1.4 Other factors of influence	9
2.1.5 Insulation performance	11
2.2 Responsibility for selection and assignment	11
3. Thermal evaluation of insulating materials	11
4. Thermal evaluation of insulation systems	15
5. Classification	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉVALUATION ET CLASSIFICATION THERMIQUES
DE L'ISOLATION ÉLECTRIQUE

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 Sous-Comité 15B: Essais d'endurance, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants, en collaboration avec le Comité d'Etudes n° 63 de la CEI: Systèmes d'isolation.

Elle remplace la première édition de la Publication 85 de la CEI et en constitue la deuxième édition.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15B(BC)55	15B(BC)59

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

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 216-1: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques. Première partie: Méthodes générales pour la détermination des propriétés d'endurance thermique, des indices de température et des profils d'endurance thermique.
- 216-2: Deuxième partie: Liste des matériaux et des essais existants.
- 216-3: Troisième partie: Méthodes statistiques.
- 216-4: Quatrième partie: Instructions pour le calcul du profil d'endurance thermique.
- 505: Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique.
- 610: Principaux aspects de l'évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation électriques: Mécanismes de vieillissement et procédures de diagnostic.
- 611: Guide pour la préparation des procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des systèmes d'isolation électrique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

THERMAL EVALUATION AND CLASSIFICATION
OF ELECTRICAL INSULATION

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 Sub-Committee 15B: Endurance Tests, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating Materials, in collaboration with IEC Technical Committee No. 63: Insulation Systems.

This publication constitutes the second edition of IEC Publication 85 and replaces the first edition.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15B(CO)55	15B(CO)59

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

Other IEC publications quoted in this publication:

- Publication Nos. 216-1: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials. Part 1: General Procedures for the Determination of Thermal Endurance Properties, Temperature Indices and Thermal Endurance Profiles.
- 216-2: Part 2: List of Materials and Available Tests.
- 216-3: Part 3: Statistical Methods.
- 216-4: Part 4: Instructions for Calculating the Thermal Endurance Profile.
- 505: Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment.
- 610: Principal Aspects of Functional Evaluation of Electrical Insulation Systems: Ageing Mechanisms and Diagnostic Procedures.
- 611: Guide for the Preparation of Test Procedures for Evaluating the Thermal Endurance of Electrical Insulation Systems.

ÉVALUATION ET CLASSIFICATION THERMIQUES DE L'ISOLATION ÉLECTRIQUE

1. Domaine d'application

Cette publication décrit le système reconnu de classes thermiques employé pour l'isolation des produits électrotechniques. Elle prend en considération l'évaluation thermique des matériaux isolants et des systèmes d'isolation, les relations mutuelles qui les lient et l'influence des conditions de service. Elle indique à qui appartient la responsabilité d'attribuer une identification et une classification thermiques.

2. Généralités

2.1 Classes thermiques

De nombreux facteurs affectent l'endurance de l'isolation des produits électrotechniques ; ce sont notamment : la température, les contraintes mécaniques et électriques, les vibrations, les atmosphères et produits chimiques nocifs, l'humidité, les souillures et le rayonnement.

Comme dans les produits électrotechniques la température est très souvent le facteur de vieillissement prépondérant pour les matériaux isolants et les systèmes d'isolation, certaines classes thermiques de base sont utiles et ont été reconnues à travers le monde. Ces classes thermiques et les températures qui leur sont attribuées sont les suivantes :

Classe thermique	Température
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C
200	200 °C
220	220 °C
250	250 °C

Les températures supérieures à 250 °C devraient croître par intervalles de 25 °C et la désignation des classes devrait être faite en conséquence.

Note. — L'ancienne classe C qui avait été utilisée dans la Publication 85 (1957) de la C E I pour toutes les températures supérieures à 180 °C est remplacée par les classes thermiques ci-dessus.

L'utilisation des lettres n'est pas obligatoire. Cependant, il est recommandé de conserver les relations ci-dessus entre les lettres et les températures. Si le contenu du paragraphe 2.1.5 est appliqué à un matériel particulier, d'autres systèmes d'identification peuvent être utilisés.

Lorsqu'une classe thermique s'applique à un produit électrotechnique, elle représente normalement la température maximale convenable pour ce produit à la charge et dans les conditions nominales. Ainsi, l'isolation soumise à cette température maximale devra présenter une stabilité thermique au moins égale à la température associée à la classe thermique du produit (voir cependant le paragraphe 2.1.2).

THERMAL EVALUATION AND CLASSIFICATION OF ELECTRICAL INSULATION

1. Scope

This publication describes the recognized system of thermal classes for the insulation of electrotechnical products. It considers the thermal evaluation of insulating materials and of insulation systems, their interrelationship and the influence of service conditions. It defines the responsibility for assigning thermal identification and classification.

2. General

2.1 Thermal classes

The endurance of the insulation of electrotechnical products is affected by many factors such as temperature, electrical and mechanical stresses, vibration, deleterious atmospheres and chemicals, moisture, dirt and radiation.

As the temperature in electrotechnical products is very often the dominating ageing factor on insulating materials and insulation systems, certain basic thermal classes are useful and have been recognized throughout the world. These thermal classes and the temperatures assigned to them are as follows:

<i>Thermal class</i>	<i>Temperature</i>
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C
200	200 °C
220	220 °C
250	250 °C

Temperatures over 250 °C should increase by 25 °C intervals and classes designated accordingly.

Note. — The old Class C which was used in I E C Publication 85 (1957) for all temperatures above 180 °C is replaced by the above thermal classes.

The use of the letters is not mandatory. However, the above relationship between letters and temperatures should be adhered to. If the contents of Sub-clause 2.1.5 are applied to particular equipment, alternative systems of identification may be used.

When a thermal class describes an electrotechnical product it normally represents the maximum temperature appropriate to that product under rated load and other conditions. Thus, the insulation subjected to this maximum temperature will need to have a thermal capability at least equal to the temperature associated with the thermal class of the product (but see Sub-clause 2.1.2).

Jusqu'à présent le terme « classe » a été utilisé pour se rapporter aux matériaux isolants, aux systèmes d'isolation et aux produits. La Publication 216 de la C E I : Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques, a introduit le terme d'« indice de température » pour les matériaux isolants, tandis que la Publication 505 de la C E I : Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique, a introduit le terme « identification » pour les systèmes d'isolation. L'identification des systèmes n'est valable que pour le produit particulier pour lequel le système a été conçu. Le terme « classification » peut être réservé aux produits électrotechniques.

2.1.1 Conditions de fonctionnement

L'expérience a montré que, dans les conditions habituelles de fonctionnement, on obtient une durée de vie économiquement satisfaisante pour les produits électrotechniques tels que les machines tournantes, les transformateurs, etc., conçus et construits conformément à des normes fondées sur les températures citées au paragraphe 2.1, en tenant compte des facteurs propres au produit en question.

2.1.2 Matériaux isolants dans les systèmes d'isolation

Le fait d'affecter à un produit électrotechnique une classe thermique donnée ne signifie pas et ne doit pas laisser supposer que chacun des matériaux isolants utilisés dans sa construction présente la même stabilité thermique.

La température limite d'un système d'isolation peut ne pas être directement liée à la stabilité thermique de chacun des matériaux constitutifs. Dans un système, la performance thermique des matériaux isolants peut être améliorée par le rôle protecteur que peuvent jouer les matériaux qui leur sont associés. A l'inverse, des problèmes d'incompatibilité entre les matériaux peuvent réduire la température limite propre au système à une valeur inférieure à la limite propre à chaque matériau. Il convient de résoudre de tels problèmes au moyen d'essais fonctionnels.

2.1.3 Température et échauffement

Les températures citées dans cette norme sont les températures réelles de l'isolation et non les échauffements du produit électrotechnique.

Habituellement, les normes relatives au matériel électrique spécifient des valeurs d'échauffement plutôt que des températures réelles. Pour établir de telles normes, on devrait tenir compte de facteurs tels que les caractéristiques de construction, la conductivité thermique et l'épaisseur de l'isolation, l'accessibilité des parties isolées, les méthodes de ventilation, les caractéristiques de charge, etc., lorsqu'on définit les méthodes de mesure et les échauffements admissibles.

2.1.4 Autres facteurs d'influence

Outre les facteurs thermiques, l'aptitude d'une isolation à continuer à remplir sa fonction est influencée par des conditions telles que les contraintes mécaniques qui sont imposées tant à elle-même qu'à sa structure de base, et par des facteurs comme les vibrations et les différences de dilatation thermique, qui peuvent prendre une importance croissante lorsque les dimensions du produit augmentent. L'humidité atmosphérique et la présence de souillures, de produits chimiques, ou d'autres contaminants peuvent avoir un effet nuisible. Tous ces facteurs devraient être pris en considération lors de la conception des produits particuliers, et l'on peut trouver d'autres informations à ce sujet dans la Publication 505 de la C E I.

Up to now the term “class” has been used to refer to insulating materials, insulation systems and products. IEC Publication 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials, has introduced the term “temperature index” for insulating materials, while IEC Publication 505: Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment, has introduced the term “identification” for insulation systems. The identification of systems is relevant only to the particular product for which the system is designed. The term “classification” may be reserved for electrotechnical products.

2.1.1 *Operating conditions*

Experience has proved that, under usual operating conditions, satisfactory economic life is obtained for electrotechnical products such as rotating machines, transformers, etc., designed and built in accordance with standards based on the temperatures in Sub-clause 2.1 making due allowance for factors peculiar to the product in question.

2.1.2 *Insulating materials in insulation systems*

The description of an electrotechnical product as being of a particular thermal class does not mean, and must not be taken to imply that each insulating material used in its construction is of the same thermal capability.

The temperature limit for an insulation system may not be directly related to the thermal capability of the individual materials included in it. In the system, the thermal performance of insulating materials may be improved by the protective character of the materials used with them. On the other hand, problems of incompatibility between materials may decrease the appropriate temperature limit of the system below that for the individual materials. Such problems should be investigated by functional tests.

2.1.3 *Temperature and temperature rise*

The temperatures quoted in this standard are the actual temperatures of the insulation and not the temperature rises of the electrotechnical product.

Standards for electrical equipment usually specify temperature rise rather than actual temperature. In establishing such standards, factors such as features of construction, thermal conductivity and thickness of insulation, accessibility of insulated parts, methods of ventilation, load characteristics etc., should be taken into account when considering the methods of measurement and the temperature rise to be permitted.

2.1.4 *Other factors of influence*

Apart from thermal factors, the ability of insulation to continue to fulfil its function is influenced by such conditions as mechanical stresses imposed upon it and its supporting structure, and by such factors as vibration and differential thermal expansion which may become of increasing importance as the size of the product increases. Moisture in the atmosphere and the presence of dirt, chemicals, or other contaminants may have injurious effects. All such factors should be taken into account when designing particular products and further guidance on this aspect may be found in IEC Publication 505.

2.1.5 Performance d'une isolation

La performance réelle en service dépend des conditions particulières qui peuvent varier largement avec, par exemple, l'environnement d'exposition, les cycles de fonctionnement et le type de produit. De plus, la performance attendue en service dépend de l'importance relative de la taille, de la fiabilité, de la durée souhaitée d'utilisation du matériel associé et de considérations économiques.

Pour certains produits, il peut être souhaitable de fixer des valeurs d'échauffement qui autorisent des températures supérieures à celles normalement appropriées, ou au contraire qui limitent les températures atteintes par l'isolation à des valeurs inférieures à celles normalement appropriées. De tels cas peuvent se présenter soit lorsque, pour l'application considérée, une durée de vie inférieure ou supérieure à la normale est envisagée, soit lorsque des conditions exceptionnelles de service existent.

La durée de vie d'une isolation dépend en grande partie du degré de protection contre l'oxygène, l'humidité, les souillures et les produits chimiques. A une température donnée, une isolation aura donc une durée de vie plus longue si elle est convenablement protégée que si elle est exposée sans restriction aux atmosphères industrielles. L'utilisation de gaz ou de liquides chimiquement inertes comme milieux de refroidissement ou de protection peut augmenter la stabilité thermique d'une isolation.

En plus du vieillissement que subit l'isolation, certains matériaux, lorsqu'ils sont chauffés au-delà d'une certaine température, se ramollissent ou se dégradent d'une autre façon, mais peuvent recouvrer leurs propriétés initiales en se refroidissant. L'utilisateur de tels matériaux devra s'assurer que ceux-ci conviennent à cet égard pour les contraintes auxquelles ils seront soumis.

2.2 Responsabilité pour la sélection et l'attribution

La responsabilité pour la sélection des matériaux et systèmes appropriés incombe au fabricant du produit électrotechnique. Seule l'expérience ou des essais adaptés et reconnus fournissent les bases pour attribuer des limites rationnelles de température à l'isolation. L'expérience en service est une base importante dans la sélection des matériaux et des systèmes. Lorsqu'il s'agit de matériaux ou de systèmes nouveaux, des essais appropriés servent alors de base pour cette sélection (voir aussi l'article 4).

3. Evaluation thermique des matériaux isolants

De nombreux matériaux isolants du même type générique existent sous forme d'un certain nombre de variantes ayant des durances thermiques différentes. Aussi, la désignation chimique générique d'un matériau isolant est-elle insuffisante pour caractériser sa stabilité thermique.

Lorsque des matériaux sont utilisés pour l'isolation de produits électrotechniques, leurs caractéristiques individuelles d'endurance thermique peuvent être modifiées par la façon dont ils sont associés à d'autres matériaux. La stabilité thermique des matériaux utilisés pour l'isolation de produits électrotechniques dépend aussi fortement des fonctions spéciales qu'ils seront appelés à remplir.

En ce qui concerne l'utilisation dans les produits électrotechniques, l'évaluation du matériau peut avoir deux buts : soit d'obtenir l'évaluation d'un matériau qui sera utilisé en tant que composant d'un système d'isolation électrique, soit d'évaluer un matériau qui sera utilisé seul ou comme élément d'une combinaison simple pour devenir en soi un système d'isolation.

En général, les essais et l'expérience sont reconnus comme les bases acceptables pour l'évaluation thermique des matériaux isolants.

2.1.5 *Insulation performance*

Actual performance in service depends on particular conditions, which may vary widely with, e.g., environmental exposure, duty cycles and type of product. Further, the intended performance in service depends on the relative importance of size, reliability, desired period of use of associated equipment and economic considerations.

For certain products it may be desirable to establish values of temperature rise which permit temperatures higher than those normally appropriate or which restrict the temperatures attained by the insulation to values lower than those normally appropriate. Such cases may arise because, for the purpose in question, a shorter or a longer life than normal is envisaged, or exceptional conditions of service exist.

The life of insulation is dependent to a considerable extent upon the degree of exclusion of oxygen, moisture, dirt and chemicals. Therefore, at a given temperature, the life of the insulation may be longer if it is suitably protected than if it is freely exposed to industrial atmospheres. The use of chemically inert gases, or liquids, as cooling or protective media may increase the temperature capability of insulation.

In addition to the ageing which insulation undergoes, some materials when heated above a certain temperature, soften and otherwise degrade but may recover their initial properties again on cooling. The user of such materials should satisfy himself that they are suitable in the above respect for the duties to be imposed on them.

2.2 *Responsibility for selection and assignment*

The responsibility for the selection of appropriate materials and systems lies with the manufacturer of the electrotechnical product. Only experience or adequate acceptable tests provide bases for assigning rational temperature limits for the insulation. Service experience is an important basis for the selection of materials and systems. Where new materials and systems are involved, appropriate tests are the basis for this selection (see also Clause 4).

3. **Thermal evaluation of insulating materials**

Many insulating materials of the same generic type are available in a number of variants of different thermal endurance capability. Therefore, the generic chemical designation of an insulating material is inadequate to characterize its thermal capability.

When applying materials for the insulation of electrotechnical products, their individual thermal endurance characteristics may be affected by the way in which they are combined with others. The thermal capability of materials used for insulation of electrotechnical products also depends strongly on the special functions they will be called upon to fulfil.

In respect of the use in electrotechnical products, material evaluation serves two purposes: one is to obtain evaluation of a material to be used as a component in an electrical insulation system, the other is to evaluate a material to be used alone or as part of a simple combination to become an insulation system.

Generally, tests and experience are recognized as the acceptable basis for the thermal evaluation of insulating materials.

Lorsqu'on se fonde sur l'expérience, il est nécessaire de s'assurer que celle-ci est valable pour le cas considéré. Cependant, on peut souvent, à juste titre, transférer l'expérience acquise d'un type d'application à un autre. Des méthodes appropriées permettant de s'assurer de la validité du transfert de l'expérience en service doivent être préparées.

Des progrès considérables ont été faits pour mettre au point des essais permettant l'évaluation des matériaux. Il convient de se reporter aux publications suivantes de la C E I :

- 216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.
- 216-1: Première partie: Méthodes générales pour la détermination des propriétés d'endurance thermique, des indices de température et des profils d'endurance thermique.
- 216-2: Deuxième partie: Liste des matériaux et des essais existants.
- 216-3: Troisième partie: Méthodes statistiques.
- 216-4: Quatrième partie: Instructions pour le calcul du profil d'endurance thermique.

Note. — Ce travail est en cours. D'autres parties et des modifications concernant les publications répertoriées sont en préparation. Pour connaître la liste la plus récente, consulter le dernier catalogue des publications de la C E I.

Bien qu'il convienne de se référer aux documents complets cités ci-dessus, il peut être utile de rappeler les définitions suivantes:

- a) *graphique d'endurance thermique: graphique d'Arrhénius*
Graphique sur lequel le logarithme du temps nécessaire pour atteindre un critère de dégradation donné, lors d'un essai d'endurance thermique, est porté en fonction de l'inverse de la température thermodynamique (absolue) d'essai.
- b) *indice de température: IT*
Nombre égal à la température, en degrés Celsius, déduite de la relation d'endurance thermique pour un temps donné, normalement égal à 20 000 h.
- c) *indice relatif de température: IRT*
Indice de température d'un matériau en essai, obtenu à partir du temps correspondant, à l'indice connu de température d'un matériau de référence, lorsque ces deux matériaux sont soumis aux mêmes modes de vieillissement et de diagnostic dans un essai comparatif.
- d) *intervalle de division par deux: IDC*
Nombre correspondant à l'intervalle de température en degrés Celsius qui exprime la division par deux du temps jusqu'au critère de dégradation à la température de l'IT ou de l'IRT.

Différents indices de température et intervalles de division par deux peuvent être obtenus pour un même matériau, lorsque différents types d'essais et de critères de dégradation — électrique, mécanique, etc. — sont choisis pour le graphique d'endurance thermique. Des indices de température et des intervalles de division par deux différents peuvent révéler des durées thermiques différentes et déterminer ainsi la façon d'utiliser le matériau et la fonction qu'il peut remplir.

Des essais réalisés sur des éprouvettes normalisées peuvent donner des résultats différents de ceux qui pourraient être obtenus sur le matériau sous la forme dans laquelle il doit être employé. Aussi, on peut utiliser les résultats d'essais de systèmes d'isolation pour vérifier que le matériau convient bien à l'application considérée.

When the basis of experience is used, care is required to ensure that it is relevant. Yet it may often be valid to translate experience from one type of application to another. Methods appropriate for establishing the relevance of service experience are to be prepared.

Considerable progress has been made in the development of tests to evaluate materials. Reference should be made to the following I E C publications :

- 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.
- 216-1: Part 1: General Procedures for the Determination of Thermal Endurance Properties, Temperature Indices and Thermal Endurance Profiles.
- 216-2: Part 2: List of Materials and Available Tests.
- 216-3: Part 3: Statistical Methods.
- 216-4: Part 4: Instructions for Calculating the Thermal Endurance Profile.

Note. — This work is continuing. New parts and amendments of the listed publications are in preparation. Please see the current catalogue of I E C publications for up-to-date list.

While the complete documents above should be considered, the following definitions may be helpful.

- a) *thermal endurance graph: Arrhenius graph*
A graph in which the logarithm of time to reach a specified end point in a thermal endurance test is plotted versus the reciprocal thermodynamic (absolute) test temperature.
- b) *temperature index: TI*
The number corresponding to the temperature in degrees Celsius derived from the thermal endurance relationship at a given time, normally 20 000 h.
- c) *relative temperature index: RTI*
The temperature index of a test material obtained from the time which corresponds to the known temperature index of a reference material, when both materials are subjected to the same ageing and diagnostic procedures in a comparative test.
- d) *halving interval: HIC*
The number corresponding to the temperature interval in degrees Celsius which expresses the halving of the time to end point taken at the temperature of the TI or the RTI.

Different temperature indices and halving intervals for a single material may be obtained when different types of test criteria and end points — electrical, mechanical, etc. — are used for the thermal endurance graph. Different temperature indices and halving intervals may indicate differing thermal capabilities and so determine the way the material is used and the function it may perform.

Tests on standard specimens may give results different from those which might be obtained from tests on the material in the form in which it is to be used. Thus, the results of insulation system tests may be used to verify the suitability of the material for the application concerned.

4. Evaluation thermique des systèmes d'isolation

La base préférentielle pour estimer l'endurance thermique d'un système d'isolation est une expérience en service appropriée. Lorsque cette expérience fait défaut, des essais fonctionnels conçus de façon appropriée devraient être réalisés. A cette fin, un système ayant fait ses preuves en service est nécessaire pour servir de système d'isolation de référence.

Un système d'isolation de référence devrait être décrit par le Comité d'Etudes responsable sur la base de l'expérience en service. Le Comité devrait établir des directives pour le matériel particulier en vue d'expliquer comment utiliser comme référence un système d'isolation pour lequel on dispose de données d'expérience en service. L'utilisation de telles directives devrait permettre au Comité de remplacer les précédentes définitions de classes qui étaient basées sur des descriptions de matériaux.

Pour évaluer de nouveaux systèmes d'isolation par comparaison avec des systèmes de référence, des méthodes d'essai spécifiques sont à développer par les Comités d'Etudes responsables, lorsque ces Comités estiment qu'une normalisation est nécessaire.

Très peu de méthodes d'essai ont été normalisées jusqu'à ce jour et, en général, lorsqu'il n'existe pas d'essais normalisés, c'est au constructeur du produit que revient la responsabilité de définir et de réaliser les essais appropriés.

Avant de concevoir de tels essais, il convient de se référer aux documents et publications suivants de la C E I :

- 505 : Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique.
- 610 : Principaux aspects de l'évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation électriques : mécanismes de vieillissement et procédures de diagnostic.
- 791 : Evaluation des performances des systèmes d'isolation, à partir de l'expérience en service et des résultats des essais fonctionnels.

Des recommandations plus détaillées concernant la conception des procédures d'essai pour l'évaluation thermique sont données dans :

- 611 : Guide pour la préparation de procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des systèmes d'isolation électrique.

Pour la sélection des constituants individuels d'un système d'isolation, quelques directives peuvent être tirées de l'évaluation thermique des matériaux pris isolément (voir l'article 3).

Pour qu'un matériau soit considéré comme apte à être utilisé dans un système d'isolation particulier, il est suffisant de prouver qu'il a une performance satisfaisante, soit par des essais appropriés sur système, soit par l'expérience, quelle que soit l'endurance thermique du matériau lui-même.

Pour les systèmes d'isolation très simples et soumis à des contraintes simples, le Comité d'Etudes responsable peut décider si des essais fonctionnels, suivant la Publication 611 de la C E I, sont nécessaires ou bien si une simple évaluation à partir des données d'endurance thermique des matériaux, suivant la Publication 216 de la C E I, peut fournir des résultats satisfaisants. S'il est nécessaire d'évaluer l'aptitude de matériaux isolants à être employés dans des produits électrotechniques, il convient de réaliser des essais comparatifs en utilisant, comme référence, des matériaux ayant fait leurs preuves en service.

4. Thermal evaluation of insulation systems

The preferred basis for assessing the thermal endurance of an insulation system is relevant service experience. Where this experience does not exist, appropriately designed functional tests should be carried out. For this purpose, a service proven system is needed to be used as a reference insulation system.

A reference insulation system should be described by the responsible Technical Committee on the basis of service experience. The Committee should establish guidelines for the particular equipment to explain how an insulation system with a record of service experience can be used as a reference. The use of such guidelines should enable the Committee to replace previous definitions of classes which were based on material descriptions.

For evaluating new insulation systems by comparison with reference systems, specific test procedures will be developed by the responsible Technical Committees, when these Committees deem standardization to be necessary.

Very few test procedures have so far been standardized and in general it is the responsibility of the product manufacturer to devise and execute suitable tests where standardized tests do not exist.

Before designing suitable tests, reference should be made to the following I E C publications and documents:

- 505: Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems for Electrical Equipment.
- 610: Principal Aspects of Functional Evaluation of Electrical Insulation Systems: Ageing Mechanisms and Diagnostic Procedures.
- 791: Performance Evaluation of Insulation Systems Based on Service Experience and Functional Tests.

More detailed recommendations concerning the design of thermal evaluation test procedures are given in:

- 611: Guide for the Preparation of Test Procedures for Evaluating the Thermal Endurance of Electrical Insulation Systems.

In selecting the individual components of an insulation system, some guidance may be obtained from the thermal evaluation of the materials alone (see Clause 3).

For a material to be recognized as suitable for use in a particular insulation system, it is sufficient to demonstrate satisfactory performance by appropriate system tests or by experience, irrespective of the thermal endurance of the material by itself.

For very simple and simply stressed insulation systems, the responsible Technical Committee may decide whether functional tests according to I E C Publication 611 are required or whether the simpler case of evaluation from materials' thermal endurance data according to I E C Publication 216 would produce satisfactory results. If it is necessary to evaluate the suitability of insulating materials for application in electrotechnical products then comparative tests should be performed using service proven materials as reference.