

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
216-1

Quatrième édition
Fourth edition
1990-05

**Guide pour la détermination des propriétés
d'endurance thermique
de matériaux isolants électriques**

Première partie:

Guide général relatif aux méthodes
de vieillissement et à l'évaluation
des résultats d'essai

**Guide for the determination of thermal
endurance properties of
electrical insulating materials**

Part 1:

General guidelines for ageing procedures and
evaluation of test results

© CEI 1990 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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Considérations générales	8
3. Principes d'évaluation et définitions	10
4. Choix des méthodes d'essai — Instructions générales	12
4.1 Considérations générales	12
4.2 Instructions spécifiques pour la détermination de l'IT	12
4.3 Instructions spécifiques pour la détermination de l'IRT	12

SECTION DEUX — MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

5. Choix des points limites	14
6. Préparation des éprouvettes d'essai	14
7. Détermination de la valeur initiale de la propriété et nombre d'éprouvettes	16
7.1 Détermination de la valeur initiale de la propriété	16
7.2 Nombre d'éprouvettes pour des critères d'essai destructif	16
7.3 Nombre d'éprouvettes pour des critères d'épreuve	18
7.4 Nombre d'éprouvettes pour des critères d'essai non destructif	18
8. Températures et durées d'exposition	18
9. Etuves de vieillissement	22
10. Conditionnement en environnement	22
10.1 Conditions atmosphériques au cours du vieillissement	22
11. Mode opératoire	22
11.1 Méthode utilisant une épreuve	24
11.2 Méthode utilisant un essai non destructif	24
11.3 Méthode utilisant un essai destructif	26

SECTION TROIS — EVALUATION

12. Analyse des résultats d'essai et détermination des caractéristiques d'endurance thermique	26
12.1 Caractéristiques d'endurance thermique	28
12.2 Evaluation numérique de l'IT	28
12.3 Détermination du temps pour atteindre le point limite à chaque température	30
12.4 Tracé du graphique d'endurance thermique	32
12.5 Evaluation statistique des résultats d'essai	32
12.6 Evaluation graphique de l'IT	32
12.7 Détermination de l'indice relatif de température	32
13. Traitement et présentation de résultats d'essai ne satisfaisant pas aux exigences statistiques	34
14. Procès-verbal d'essai	34
TABLEAU I	38
FIGURES	40
ANNEXE A — Notes sur les mécanismes de dégradation thermique	44
ANNEXE B — Intervalle de division par deux	46
ANNEXE C — Dispersion et défaut de linéarité	48
ANNEXE D — Profil d'endurance thermique (PET)	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause		9
1. Scope		9
2. General considerations		11
3. Principles of evaluation and definitions		13
4. Selection of test procedures – General guidelines		13
4.1 General considerations		13
4.2 Specific instructions for determination of TI		13
4.3 Specific instructions for determination of RTI		13

SECTION TWO — EXPERIMENTAL PROCEDURES

5. Selection of end-points	15
6. Preparation of test specimens	17
7. Establishment of initial property value and number of test specimens	17
7.1 Establishment of initial property value	17
7.2 Number of specimens for destructive test criteria	19
7.3 Number of specimens for proof test criteria	19
7.4 Number of specimens for non-destructive test criteria	19
8. Exposure temperatures and times	23
9. Ageing ovens	23
10. Environmental conditioning	23
10.1 Atmospheric conditions during ageing	23
11. Procedure	25
11.1 Procedure using a proof test	25
11.2 Procedure using a non-destructive test	27
11.3 Procedure using a destructive test	27

SECTION THREE — EVALUATION

12. Analysis of test results and determination of thermal endurance characteristics	27
12.1 Thermal endurance characteristics	29
12.2 Numerical evaluation of TI	31
12.3 Determination of the time to reach the end-point criterion at each temperature	33
12.4 Drawing the thermal endurance graph	33
12.5 Statistical evaluation of test data	33
12.6 Graphical evaluation of TI	33
12.7 Determination of the relative temperature index	35
13. Treatment and presentation of test data which fail to satisfy the statistical requirements	35
14. Test report	39
TABLE I	40
FIGURES	45
APPENDIX A — Notes on mechanisms of thermal degradation	47
APPENDIX B — The halving interval	49
APPENDIX C — Dispersion and non-linearity	51
APPENDIX D — The thermal endurance profile (TEP)	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE POUR LA DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE DE MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES

Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I 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 C E I: Matériaux isolants.

Elle remplace la troisième édition, parue en 1987.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
15B(BC)62 15B(BC)62A	15B(BC)69 15B(BC)69A	15B(BC)80 et 80A	15B(BC)85

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la C E I sont citées dans la présente norme:

- | | | |
|-------------------|-----------------|--|
| Publications n°s: | 85 (1984): | Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique. |
| | 212 (1971): | Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides. |
| | 216: | Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques. |
| | 216-2 (1990): | Deuxième partie: Choix des critères d'essai. |
| | 216-3: | Troisième partie: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique. |
| | 216-3-1 (1990): | Section un – Calculs basés sur les valeurs moyennes des résultats complets normalement distribués. |
| | 216-3-2 (xxx): | Section deux – Procédures de calcul pour les résultats normalement distribués provenant d'essais destructifs (à l'étude). |
| | 216-3-3 (xxx): | Section trois – Calculs applicables aux résultats incomplets. Résultats des essais d'épreuve de durée inférieure ou égale au temps médian pour atteindre le point limite (groupes d'essais égaux) (à l'étude). |
| | 216-3-4 (xxx): | Section quatre – Calculs applicables aux indices relatifs de température (à l'étude). |
| | 216-4: | Quatrième partie: Etuves de vieillissement. |
| | 216-4-1 (1990): | Section un – Etuves à une seule chambre. |
| | 216-5 (1990): | Cinquième partie: Guide pour l'utilisation des caractéristiques d'endurance thermique. |
| | 493: | Guide pour l'analyse statistique de données d'essais de vieillissement. |
| | 493-1 (1974): | Première partie: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essais normalement distribués. |
| | 505 (1975): | Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique. |
| | 611 (1978): | Guide pour la préparation de procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des systèmes d'isolation électrique. |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE FOR THE DETERMINATION OF THERMAL ENDURANCE PROPERTIES OF ELECTRICAL INSULATING MATERIALS

Part 1: General guidelines for ageing procedures and evaluation of test results

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.

It replaces the third edition, published in 1987.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
15B(CO)62 15B(CO)62A	15B(CO)69 15B(CO)69A	15B(CO)80 and 80A	15B(CO)85

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos.: 85 (1984): Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation.
 212 (1971): Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
 216: Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials.
 216-2 (1990): Part 2: Choice of test criteria.
 216-3: Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics.
 216-3-1 (1990): Section One – Calculations using mean values of normally distributed complete data.
 216-3-2 (xxx): Section Two – Calculation procedures for normally distributed results from destructive test procedures (Under consideration).
 216-3-3 (xxx): Section Three – Calculations for incomplete data: proof test results up to and including the median time to end-point (equal test groups) (Under consideration).
 216-3-4 (xxx): Section Four – Calculations for relative temperature indices (Under consideration).
 216-4: Part 4: Ageing ovens.
 216-4-1 (1990): Section One – Single-chamber ovens.
 216-5 (1990): Part 5: Guidelines for the application of thermal endurance characteristics.
 493: Guide for the Statistical Analysis of Ageing Test Data.
 493-1 (1974): Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test result.
 505 (1975): Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment.
 611 (1978): Guide for the Preparation of Test Procedures for Evaluating the Thermal Endurance of Electrical Insulation Systems.

GUIDE POUR LA DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE DE MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES

Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai

INTRODUCTION

Les méthodes de la C E I relatives à la détermination et à l'expression de l'endurance thermique des matériaux isolants électriques mettent en évidence une nette tendance qui peut se résumer comme suit:

- En raison de l'évolution rapide de la technologie des polymères et de l'isolation électrique, l'établissement de listes de propriétés thermiques d'un certain nombre de matériaux couramment utilisés, fondées sur l'expérience en service, n'est plus actuellement satisfaisant.
- Des méthodes d'essai ont été développées, qui permettent de vérifier la validité du modèle physique de base. Un programme complet d'essais de matériaux permet de fournir l'indice de température (IT) qui s'exprime par une valeur unique. En variante, des essais comparatifs permettent de fournir l'indice relatif de température (IRT), qui caractérise les performances du matériau en essai par comparaison à celles d'un matériau de référence. L'IRT était à l'origine fondé sur des informations provenant de l'expérience en service. Une autre particularité de l'IRT est d'améliorer la reproductibilité entre laboratoires.
- La représentation sous forme d'une valeur unique ne permet pas une description complète de la relation d'endurance thermique d'un matériau. Aussi, un indice composé appelé Profil d'Endurance Thermique (PET) a-t-il été introduit dans la deuxième édition de la Publication 216-1 de la C E I. Cela tenait compte du fait qu'à la fois la pente du graphique d'endurance thermique et le degré de confiance des résultats d'essai sont importants et utiles.
- L'incorporation d'un nombre représentant le degré de confiance statistique n'étant pas d'une importance primordiale, dans la présente édition, on a mis l'accent sur les deux indices IT et IRT tout en maintenant la vérification de la validité des résultats d'essai. La pente du graphique d'endurance thermique est maintenant explicitement donnée grâce à l'intervalle de division par deux IDC, aisément compréhensible. Cela permet de supprimer le PET.

Note. — Au sujet du Profil d'Endurance Thermique (PET) de la deuxième édition, voir annexe D de la présente publication.

La Publication 216 de la C E I comprend cinq parties:

- Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai.
- Deuxième partie: Choix de critères d'essai.
- Troisième partie: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique.
- Quatrième partie: Etuves de vieillissement.
- Cinquième partie: Guide pour l'utilisation des caractéristiques d'endurance thermique.

Les méthodes statistiques utilisées sont décrites dans la Publication 493 de la C E I.

Note. — Ce travail peut être poursuivi. En ce qui concerne les révisions et les nouvelles parties, consulter le dernier catalogue des Publications de la C E I pour avoir la liste la plus récente.