

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61857-1

Première édition
First edition
1998-11

**Systèmes d'isolation électrique –
Procédures d'évaluation thermique –**

**Partie 1:
Exigences générales – Basse tension**

**Electrical insulation systems –
Procedures for thermal evaluation –**

**Part 1:
General requirements – Low-voltage**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61857-1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61857-1

Première édition
First edition
1998-11

**Systèmes d'isolation électrique –
Procédures d'évaluation thermique –**

**Partie 1:
Exigences générales – Basse tension**

**Electrical insulation systems –
Procedures for thermal evaluation –**

**Part 1:
General requirements – Low-voltage**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	8
4 Considérations générales	12
4.1 Vue d'ensemble de la procédure d'essai.....	12
4.2 Base de l'évaluation et de la qualification	14
4.3 Exigences particulières	14
5 Epreuves.....	16
5.1 Généralités	16
5.2 Description.....	16
5.3 Nombre d'épreuves	16
6 Procédures d'essai.....	16
6.1 Généralités	16
6.2 Essais de vérification préliminaire.....	18
6.3 Vieillessement thermique	18
6.4 Contraintes mécaniques de prédiagnostic.....	22
6.5 Autres exigences pour le prédiagnostic	22
6.6 Exposition à l'humidité	22
6.7 Essais de diagnostic diélectrique.....	22
6.8 Autres essais de diagnostic.....	22
7 Analyse, compte rendu et classification	24
7.1 Critère de défaillance	24
7.2 Méthode de détermination de la durée de vie.....	24
7.3 Extrapolation des données	24
7.4 Compte rendu des résultats.....	26
Annexe A (informative) Bibliographie	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 General considerations	13
4.1 Overview of test procedure	13
4.2 Basis of evaluation and qualification	15
4.3 Specific requirements	15
5 Test objects	17
5.1 General	17
5.2 Description	17
5.3 Number of test objects	17
6 Test procedures	17
6.1 General	17
6.2 Initial screening tests	19
6.3 Thermal ageing	19
6.4 Prediagnostic mechanical stress	23
6.5 Other prediagnostic requirements	23
6.6 Moisture exposure	23
6.7 Dielectric diagnostic tests	23
6.8 Other diagnostic tests	23
7 Analyzing, reporting, and classification	25
7.1 Criteria of failure	25
7.2 Method of determining life	25
7.3 Extrapolation of data	25
7.4 Report of results	27
Annex A (informative) Bibliography	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –

Partie 1: Exigences générales – Basse tension

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61857-1 a été établie par le comité d'études 98 de la CEI: Systèmes d'isolation électriques (SIE).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
98/68/FDIS	98/73/RVD

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

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –
PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –****Part 1: General requirements – Low-voltage****FOREWORD**

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

International Standard IEC 61857-1 has been prepared by IEC technical committee 98: Electrical insulation systems (EIS).

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

FDIS	Report on voting
98/68/FDIS	98/73/RVD

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

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale établit une procédure d'essai normalisée pour évaluer par comparaison l'espérance de vie des systèmes d'isolation électrique (SIE) conformément à la CEI 60505.

Un système d'isolation électrique contient plusieurs composants différents choisis pour supporter des contraintes électriques, mécaniques et thermiques diverses se produisant dans les différentes parties constitutives de la structure d'un produit électrotechnique. La durée de vie utile d'un système d'isolation électrique dépend de la disposition de ses composants individuels, de leurs interactions les uns avec les autres, et de la contribution de chaque composant à l'intégrité électrique et mécanique du système d'isolation électrique. Par conséquent, il est impossible de spécifier une éprouvette pour représenter tous les produits électrotechniques. Il incombe aux comités d'études responsables du matériel de définir les éprouvettes et l'application de cette procédure d'essai satisfaisant à leurs besoins particuliers. Il est prévu que ce travail soit effectué conjointement par plusieurs comités d'études de la CEI responsables du développement d'une série de parties, chacune visant à définir une éprouvette et/ou une application particulière.

Cette procédure permet uniquement des comparaisons approximatives et ne peut pas être considérée comme totalement fiable pour déterminer les mérites d'un quelconque système d'isolation électrique particulier. De telles informations peuvent uniquement être obtenues à partir d'une longue expérience en service.

INTRODUCTION

This International Standard establishes a standardised test procedure for estimating by comparison of the life expectancy of electrical insulation systems (EIS) in accordance with IEC 60505.

An EIS contains many different components selected to withstand the varying electrical, mechanical, and thermal stresses occurring in the different parts of the structure of an electrotechnical product. The useful life of an EIS depends upon the way that its individual components are arranged, their interactions upon each other, and the contribution of each component to the electrical and mechanical integrity of the EIS. Therefore, it is impossible to specify one test object to represent all electrotechnical products. It is incumbent upon the IEC equipment technical committees to address the test objects and application of this test procedure that will meet their specific needs. This work is intended to proceed by horizontal committee activity between this technical committee and other IEC technical committees to develop a series of parts, each part to address a specific test object and/or application.

This procedure permits approximate comparisons only, and cannot be relied upon to completely determine the merits of any particular EIS. Such information can be obtained only from extended service experience.

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –

Partie 1: Exigences générales – Basse tension

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61857 spécifie une procédure d'essai générale pour une évaluation thermique et une qualification des systèmes d'isolation électriques (SIE), et établit une procédure comparant la qualité de fonctionnement d'un système d'isolation électrique candidat à celle d'un système d'isolation électrique de référence.

Cette norme internationale s'applique aux systèmes d'isolation électriques existants ou proposés, utilisés dans les produits électrotechniques dont la tension d'entrée monte jusqu'à 1 000 V pour lesquels le facteur thermique est le facteur de vieillissement prépondérant.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61857. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61857 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60216-3 (toutes les parties), *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*

CEI 60216-4-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Partie 4: Etuves de vieillissement – Section 1: Etuves à une seule chambre*

CEI 60493-1:1974, *Guide pour l'analyse statistique de données d'essai de vieillissement – Première partie: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essai normalement distribués*

CEI/TR 60505:1975, *Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation de matériel électrique*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61857, les termes et les définitions donnés dans la CEI 60505 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –

Part 1: General requirements – Low-voltage

1 Scope

This part of IEC 61857 specifies a general test procedure for the thermal evaluation and qualification of electrical insulation systems (EIS) and establishes a procedure that compares the performance of a candidate EIS to that of a reference EIS.

This International Standard is applicable to existing or proposed EISs used in electrotechnical products with an input voltage of up to 1 000 V where the thermal factor is the dominating ageing factor.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions that, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61857. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61857 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents listed below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60216-3 (all parts), *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

IEC 60216-4-1:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single chamber ovens*

IEC 60493-1:1974, *Guide for the statistical analysis of ageing test data – Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results*

IEC/TR 60505:1975, *Guide for the evaluation and identification of insulation systems of electrical equipment*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 61857, the terms and definitions given in IEC 60505 as well as the following definitions apply.

3.1

système d'isolation électrique (SIE)

structure isolante contenant un ou plusieurs matériaux isolants électriques (EIM) en même temps que les parties conductrices associées utilisées dans un dispositif électrotechnique [CEI 60505, modifiée]

NOTE – Les matériaux isolants électriques ayant des indices de température différents (TR/RTI conformément à la CEI 60216-3) peuvent être combinés pour former un système d'isolation électrique ayant une classe thermique pouvant être plus élevée ou plus basse que celle de n'importe lequel des composants individuels, conformément à la CEI 60505.

3.2

système d'isolation électrique candidat

système d'isolation électrique en évaluation pour déterminer son aptitude thermique

3.3

système d'isolation électrique de référence

système d'isolation électrique évalué et déterminé soit par l'enregistrement d'une expérience en service connue soit sur la base d'une évaluation fonctionnelle comparative connue

3.4

classe thermique

température maximale pour laquelle le système d'isolation électrique est adapté. Les classes thermiques sont les suivantes

Classes thermiques et températures

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

NOTE – Il convient que les températures au-delà de 250 °C augmentent par pas de 25 °C et que les classes soient désignées en conséquence.

[CEI 60085]

3.5

indice de température d'un système d'isolation électrique

nombre correspondant à la température, en degrés Celsius, déduite de la relation avec l'endurance thermique, à un instant donné, c'est-à-dire 20 000 h sauf spécification contraire

3.6

indice relatif de température d'un système d'isolation électrique

indice de température d'un système d'isolation électrique candidat obtenu à partir du temps correspondant à l'indice de température du système d'isolation électrique connu d'un système d'isolation électrique de référence, lorsque les deux systèmes d'isolation électriques sont soumis au même processus de vieillissement et de diagnostic, dans un essai comparatif

3.1**Electrical Insulation System (EIS)**

an insulating structure containing one or more electrical insulating materials (EIM) together with associated conducting parts employed in an electrotechnical device [IEC 60505, modified]

NOTE – EIMs with different temperature indices (TI/RTI according to IEC 60216-3) may be combined to form an EIS which has a thermal class that may be higher or lower than that of any of the individual components according to IEC 60505.

3.2**candidate EIS**

the EIS under evaluation to determine its thermal capability

3.3**reference EIS**

an evaluated and established EIS with either a known service experience record or a known comparative functional evaluation as a basis

3.4**thermal class**

the maximum temperature for which the EIS is appropriate. Thermal classes are defined as follows:

Thermal classes and temperatures

Thermal class	Temperature °C
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200	200
220	220
250	250
NOTE – Temperatures over 250 °C should increase by 25 °C intervals and classes be designated accordingly.	

[IEC 60085]

3.5**EIS Temperature Index****EIS TI**

the number corresponding to the temperature in degrees Celsius derived from the thermal endurance relationship at a given time, i.e. 20 000 h unless otherwise specified

3.6**EIS Relative Temperature Index****EIS RTI**

the temperature index of a candidate EIS obtained from the time which corresponds to the known EIS TI of a reference EIS, when both EIS are subjected to the same ageing and diagnostic procedures in a comparative test

3.7

épreuve

morceau du matériel d'origine, représentation d'un matériel (modèle), composant ou partie constitutive d'un matériel, y compris le système d'isolation électrique, prévu pour être utilisé dans un essai fonctionnel

3.8

facteur de vieillissement thermique

contrainte thermique pouvant provoquer des variations irréversibles du système d'isolation électrique

3.9

traitement de prédiagnostic

contrainte variable ou fixe pouvant être appliquée périodiquement ou en permanence à un système d'isolation électrique pour augmenter son aptitude à détecter son vieillissement

3.10

essai de diagnostic

application périodique d'un niveau spécifié d'un facteur de diagnostic à une éprouvette pour déterminer si le critère de fin de vie a été atteint

3.11

critère de fin de vie

valeur choisie pour une propriété ou pour la modification d'une propriété définissant la fin de vie d'un système d'isolation électrique dans un essai fonctionnel

3.12

fin de vie

fin de la durée de vie d'une éprouvette, mesurée en heures, telle que définie par sa correspondance avec le critère de fin de vie, également nommé fin de vie

4 Considérations générales

4.1 Vue d'ensemble de la procédure d'essai

La procédure d'essai pour le vieillissement thermique est basée sur le fait généralement admis que le vieillissement thermique des matériaux est accéléré si la température s'élève, et que souvent le degré d'accélération obéit à la loi d'Arrhénius relative aux taux de réaction chimique. A partir de cette relation, il est possible d'utiliser une extrapolation acceptable des résultats d'essai du vieillissement pour déterminer la qualité de fonctionnement thermique prévisible du système d'isolation électrique candidat. Les essais thermiques accélérés nécessitent la vérification d'un mécanisme de vieillissement identique ou équivalent comparé pour des conditions de fonctionnement en service.

Les éprouvettes constituées du système d'isolation électrique candidat sont exposées à des cycles de vieillissement thermique pour des températures choisies. Chaque cycle est composé d'une durée d'exposition particulière à température élevée et d'un sous-cycle d'exposition à un traitement de prédiagnostic et à des essais de diagnostic. Le traitement de prédiagnostic peut être constitué de contraintes mécaniques, de chocs au froid et d'expositions à l'humidité. Un essai de diagnostic diélectrique est utilisé pour déterminer la durée de vie d'essai. Un système d'isolation électrique de référence est essayé en utilisant la même procédure d'essai. Pour chaque température de vieillissement, la durée de vie d'essai du système d'isolation électrique est déterminée. A partir des valeurs de cet essai de durée de vie, la classe thermique du système d'isolation électrique candidat est estimée par rapport à la qualité de fonctionnement du système d'isolation électrique de référence selon sa classe thermique.

3.7**test object**

a piece of the original equipment, a representation (model) of equipment, a component of, or part of equipment, including the EIS, intended for use in a functional test

3.8**thermal ageing factor**

a thermal stress that causes irreversible changes of the EIS

3.9**prediagnostic treatment**

a variable or fixed stress, which can be applied periodically or continuously to an EIS to enhance the ability to detect the degree of ageing

3.10**diagnostic test**

periodic application of a specified level of a diagnostic factor to a test object to determine whether the end-point criterion has been reached

3.11**end-point criterion**

a selected value of either property or change of property that defines end-of EIS life in a functional test

3.12**end-of-life**

the end of a test object's life measured in hours, as defined by meeting its end-point criterion, also referred to as end-of life

4 General considerations**4.1 Overview of test procedure**

This thermal ageing test procedure is based on the generally accepted fact that thermal ageing of materials is accelerated when temperature is raised, and that often the degree of acceleration obeys the Arrhenius law on chemical reaction rates. Based on this relationship, acceptable extrapolation of the ageing test results may be used to determine the anticipated thermal performance of the candidate EIS. Accelerated thermal testing requires the verification of an identical or equivalent ageing mechanism compared under operating service conditions.

Test objects consisting of the candidate EIS are exposed to thermal ageing cycles at selected temperatures. Each cycle consists of a specific time exposure at elevated temperature and a subcycle of exposure to prediagnostic treatments and diagnostic tests. Prediagnostic treatments may include mechanical stress, cold shock, and moisture exposure. A dielectric diagnostic test is used to determine test life. A reference EIS is tested using the same test procedure. At each ageing temperature, the test life of the EIS is determined. Based on these test life values, the thermal class of the candidate EIS is estimated relative to the performance of the reference EIS in its thermal class.

4.2 Base de l'évaluation et de la qualification

L'essai fonctionnel et l'évaluation, en conformité avec cette procédure d'essai, doivent être réalisés sur la base de comparaisons, en utilisant un système d'isolation électrique attesté en service, utilisé comme référence et qui est essayé avec le système d'isolation électrique candidat de manière équivalente. Un système d'isolation électrique est qualifié de système d'isolation électrique de référence si

- a) son bon fonctionnement a été démontré pour toute la durée de vie attendue en service, avec les conditions de fonctionnement de la classe assignée et de l'application caractéristique du système d'isolation électrique en question;
- b) son expérience en service est basée sur un nombre statistiquement significatif de produits électrotechniques.

Si les classes thermiques des systèmes d'isolation électriques candidats et de référence diffèrent, des températures de vieillissement appropriées à chaque système sont alors utilisées pour chacun d'eux.

4.3 Exigences particulières

Une série de parties sera développée, chacune traitant d'une éprouvette particulière et/ou d'une application ainsi que d'une procédure d'essai*.

Les éprouvettes sont uniques pour chaque partie car l'essai de produits électrotechniques particuliers, ou de parties représentatives de ceux-ci, peut produire des résultats qui ne s'appliquent pas à d'autres produits électrotechniques.

Des produits électrotechniques différents peuvent également nécessiter d'autres méthodes de vieillissement thermique et/ou autres essais de diagnostic en raison de considérations de conception et/ou d'exigences d'utilisation finale.

Chaque partie doit spécifier les points suivants:

- domaine d'application: produits électrotechniques que cette éprouvette représente;
- construction de l'éprouvette (5.2);
- nombre d'éprouvettes nécessaires (5.3);
- procédures d'essai, exigences et moyens d'essai particuliers pour
 - un essai de diagnostic diélectrique préliminaire (6.7.1);
 - des contraintes mécaniques de prédiagnostic (6.4);
 - d'autres exigences de prédiagnostic (6.5);
 - une exposition à l'humidité (6.6);
 - des essais de diagnostic diélectriques (6.7.2), ou d'autres essais de diagnostic (6.8), et le critère de fin de vie;
 - le vieillissement thermique: les moyens de chauffage, s'il ne s'agit pas d'étuves.

* Il est prévu de faire effectuer ce travail conjointement par plusieurs comités responsables de matériels de la CEI.

4.2 Basis of evaluation and qualification

The functional testing and evaluation according to this test procedure shall be made on a comparative basis, using a service-proven EIS as a reference which is tested with the candidate EIS in equivalent fashion. An EIS qualifies as a reference EIS if

- a) it has shown successful operation over the expected service life at operating conditions of the ratings (class) and typical application of the EIS of interest;
- b) its service experience is based on a statistically significant number of electrotechnical products.

If the thermal classes for the candidate and reference EIS differ, then appropriate ageing temperatures are used for each.

4.3 Specific requirements

A series of parts will be developed with each part addressing a specific test object and/or application and test procedure*.

Test objects are unique to each part because testing of specific electrotechnical products, or representations thereof, may yield results that are not applicable to other electrotechnical products.

Different electrotechnical products may also require alternative methods of thermal ageing and/or diagnostic tests due to design considerations or end-use requirements.

Each part shall specify the following:

- scope: electrotechnical products this test object represents;
- construction of the test object (5.2);
- number of test objects required (5.3);
- test procedures: specific requirements and means of testing for
 - initial dielectric diagnostic test (6.7.1);
 - prediagnostic mechanical stress (6.4);
 - other prediagnostic requirements (6.5);
 - moisture exposure (6.6);
 - dielectric diagnostic test (6.7.2), or other diagnostic test (6.8); and the end-point criterion;
 - thermal ageing: the means of heating, if other than ovens.

* This work is intended to proceed by horizontal committee activity with other IEC technical committees responsible for equipment.

5 Epreuves

5.1 Généralités

Les épreuves peuvent être des produits électrotechniques réels, des composants de ceux-ci, ou des modèles non fonctionnels représentant les produits. Il convient que les composants et les représentations non fonctionnelles contiennent tous les éléments essentiels du système d'isolation électrique utilisé dans le produit électrotechnique. Des épreuves identiques doivent être utilisées comme système d'isolation électrique de référence et comme système d'isolation électrique candidat.

5.2 Description

Les épreuves particulières sont à décrire dans chaque partie*. Les épaisseurs d'isolant, les lignes de fuites, et les protections contre les décharges là où elles sont nécessaires doivent être adaptées à la tension maximale assignée envisagée et aux normes de matériel en usage.

Il est possible de trouver dans la partie correspondante des types particuliers d'épreuves non fonctionnelles et d'autres procédures d'essai pour les produits électrotechniques particuliers ayant été utilisés avec succès.

Les épreuves doivent être soumises au contrôle de la qualité normalement retenu ou envisagé pour la production.

5.3 Nombre d'épreuves

Le nombre d'épreuves (représentatif du système d'isolation électrique par groupe), pour chaque température de vieillissement, ne doit pas être inférieur à cinq.

NOTE – Un nombre minimal de cinq épreuves est nécessaire pour obtenir une bonne moyenne statistique pour l'analyse de la fin de vie du système d'isolation électrique à l'étude.

Le nombre réel d'épreuves doit être spécifié dans la partie correspondante.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

Toutes les épreuves doivent être soumises à l'essai de vérification préliminaire, suivi de cycles d'essai d'endurance thermiques répétés, dans l'ordre suivant:

- un sous-cycle de vieillissement thermique;
- un sous-cycle de contraintes mécaniques de prédiagnostic, d'autres exigences de prédiagnostic, et d'exposition à l'humidité, dans cet ordre;
- un essai de diagnostic diélectrique, ou d'autres essais de diagnostic.

Il est reconnu que, selon les possibilités d'essai disponibles, le type de matériel utilisé et d'autres facteurs, de légères variations dans les méthodes d'exposition des épreuves peuvent être nécessaires. Quand deux systèmes d'isolation électriques quelconques sont comparés, il est très important que les deux épreuves soient soumises à des expositions identiques et de même pour les autres conditions d'essai. Sauf spécification contraire, le traitement de prédiagnostic et les essais de diagnostic doivent être réalisés à la température et à l'humidité ambiantes (25 ± 5) °C, et (50 ± 10) % d'humidité relative.

* Les comités d'études responsables de matériels peuvent utiliser cette procédure d'essai pour l'évaluation de systèmes d'isolation électriques candidats destinés à des produits électrotechniques particuliers, ou à une utilisation générale, en utilisant un modèle non fonctionnel approprié.

5 Test objects

5.1 General

Test objects may be actual electrotechnical products, components thereof, or non-functional models representing the products. Components and non-functional representations should embody all the essential elements of the EIS used in the electrotechnical product. Identical test objects shall be used for the reference and candidate EIS.

5.2 Description

Specific test objects are to be described in each part*. Insulation thickness, creepage distances, and discharge protection where required shall be appropriate for the intended maximum rated voltage and equipment standards in practice.

Particular types of non-functional test objects and alternative test procedures for specific electrotechnical products that have been used successfully may be found in the applicable part.

Test objects shall be subjected to the quality control of the normal or intended production process.

5.3 Number of test objects

The number of test objects (representative of the EIS) in a group for each ageing temperature shall not be less than five.

NOTE – A minimum of five test objects is required to obtain a good statistical average for the end-point analysis of the EIS under consideration.

The actual number of test objects shall be specified in the applicable part.

6 Test procedures

6.1 General

All test objects shall be subjected to initial screening tests followed by repeated thermal endurance test cycles in the following order:

- a thermal ageing subcycle;
- a subcycle of prediagnostic mechanical stress, other prediagnostic requirements, and moisture exposure, in that order;
- a dielectric diagnostic test, or other diagnostic test.

It is recognised that, depending on the test facilities available, the type of equipment employed, and other factors, slight variations in the methods of exposing the test objects may be necessary. It is all-important that when any two different EIS are compared, the test objects of each shall be subjected to identical exposures and other conditions of test. Unless otherwise specified, prediagnostic treatment and diagnostic tests shall be carried out at room temperature and humidity (25 ± 5) °C and (50 ± 10) % relative humidity.

* The technical committees responsible for equipment may use this test procedure to evaluate the candidate EIS for specific electrotechnical products, or for general purposes through use of an appropriate non-functional model.

6.2 Essais de vérification préliminaire

A l'occasion du premier sous-cycle de vieillissement et avant de les exposer à une température élevée, toutes les éprouvettes doivent être soumises à un contrôle visuel et à des essais de vérification préliminaire afin d'éliminer les éprouvettes défectueuses. Les essais de vérification préliminaire doivent comporter les étapes suivantes qui doivent être conduites dans l'ordre indiqué:

- essai de diagnostic diélectrique préliminaire (pour les détails, voir 6.7.1);
- contrainte mécanique de prédiagnostic (pour les détails, voir 6.4);
- autres exigences de prédiagnostic, selon ce qui est demandé (pour les détails, voir 6.5);
- exposition à l'humidité (pour les détails, voir 6.6);
- essai de diagnostic diélectrique (voir 6.7.2) ou autres essais de diagnostic (voir 6.8).

6.3 Vieillissement thermique

6.3.1 Généralités

La partie relative au vieillissement thermique du cycle doit être conduite au minimum avec trois températures de vieillissement différentes. Une plus grande précision peut être obtenue si les essais sont réalisés à plus de trois températures. Des températures d'essai supplémentaires peuvent être nécessaires pour satisfaire au critère indiqué plus loin en 6.3.2.

Les températures de vieillissement et la durée d'exposition à chaque température sont choisies de façon à atteindre la durée de vie moyenne en essai en 5 à 10 cycles, pour chaque ensemble d'éprouvettes. Les températures de vieillissement proposées et les durées de vieillissement sont données dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 – Températures et durées de vieillissement proposées

Durée de vieillissement par cycle h	Température de vieillissement pour les systèmes d'isolation électrique avec la classe thermique supposée °C								
	90	105	120	130	155	180	200	220	250
504 à 840	105	120	135	145	170	195	215	235	265
48 à 336	120	135	150	160	185	215	235	255	285
24 à 72	135	150	165	175	200	235	255	275	305

Le tableau 1 est destiné à guider le choix des températures et des durées de vieillissement. Les températures et les durées de vieillissement proposées ne décrivent pas un quelconque système d'isolation électrique réel et il n'est pas possible de considérer qu'elles donnent les mêmes fins de vie pour tous les systèmes d'isolation électrique. La relation existant entre la durée de vie et la température pour un système d'isolation électrique particulier est relative, et il convient qu'elle soit comparée aux données similaires concernant un système d'isolation électrique de sûreté de fonctionnement et de durée de vie en service connues comme étant caractéristiques.

Si la classe thermique envisagée pour un système d'isolation électrique candidat diffère de la classe thermique du système d'isolation électrique de référence, il faut choisir des températures et des durées de vieillissement différentes.

Un essai de vieillissement préliminaire pour une température donnée peut être réalisé pour indiquer la classe thermique envisagée ainsi que les autres températures et les autres durées.

6.2 Initial screening tests

Prior to exposure to an elevated temperature on the first thermal ageing subcycle, all test objects shall be subjected to a visual inspection and initial screening tests in order to eliminate defective test objects. The initial screening tests shall consist of the following steps and shall be conducted in the order given:

- initial dielectric diagnostic test (see 6.7.1 for details);
- prediagnostic mechanical stress (see 6.4 for details);
- other prediagnostic requirements, as required (see 6.5 for details);
- moisture exposure (see 6.6 for details);
- dielectric diagnostic test (see 6.7.2), or other diagnostic test (see 6.8).

6.3 Thermal ageing

6.3.1 General

The thermal ageing portion of the cycle shall be conducted at a minimum of three different ageing temperatures. Greater precision may be obtained if tests are carried out at more than three temperatures. Additional test temperatures may be required to meet the criteria set forth in 6.3.2.

The ageing temperatures and the duration of exposure at each temperature are selected so as to reach the anticipated average test life in 5–10 test cycles for each set of test objects. Suggested ageing temperatures and ageing periods are given in table 1:

Table 1 – Suggested ageing temperatures and ageing periods

Ageing period per cycle h	Ageing temperature for EIS with anticipated thermal classes of: °C								
	90	105	120	130	155	180	200	220	250
504 to 840	105	120	135	145	170	195	215	235	265
48 to 336	120	135	150	160	185	215	235	255	285
24 to 72	135	150	165	175	200	235	255	275	305

Table 1 is intended to guide the selection of ageing temperatures and times. These suggested ageing temperatures and ageing periods do not describe any actual EIS and cannot be expected to result in the same end-points for all EIS. The life-temperature relationship for a specific EIS is relative and it should be compared to similar data for an EIS of known reliability and service life to be significant.

If the anticipated thermal class for the candidate EIS differs from the thermal class of the reference EIS, different ageing temperatures and ageing periods are to be selected.

A preliminary ageing test at a given temperature may be performed to indicate the anticipated thermal class and other ageing temperatures and periods.

6.3.2 Températures de vieillissement

Pour minimiser l'incertitude introduite par l'extrapolation, il convient que la température d'essai la plus basse ne dépasse pas de plus de 25 K la température à laquelle les résultats seront extrapolés. La température de vieillissement la plus basse doit conduire à une durée de vie moyenne en essai minimale de 5 000 h. En outre, au moins deux températures de vieillissement plus élevées doivent être choisies, distantes de 10 K ou plus. La température de vieillissement la plus élevée doit conduire à une durée de vie moyenne en essai minimale de 100 h (exprimée en échelle logarithmique). Pour les matériaux isolants électriques ayant un point de fusion connu, la température de vieillissement la plus élevée doit être inférieure d'au moins 5 K à la température du point de fusion.

6.3.3 Durées du vieillissement

Pour chaque température de vieillissement, une durée d'exposition sera assignée. Les durées suggérées de vieillissement sont de 24 h à 72 h pour la température de vieillissement la plus élevée, de 48 h à 336 h pour la température de vieillissement intermédiaire et de 504 h à 840 h pour la température de vieillissement la plus basse. A partir des données obtenues en cours d'essai, la durée d'exposition des cycles d'essai restants peut être doublée si moins de la moitié des éprouvettes arrivent en fin de vie après avoir effectué cinq cycles complets. Elle peut être réduite de moitié, si un tiers ou plus des éprouvettes arrivent en fin de vie après trois cycles complets.

6.3.4 Moyens de chauffage

Le vieillissement thermique peut être fait en plaçant les éprouvettes dans une étuve précisément contrôlée et commandée par ventilation forcée, comme cela est indiqué dans la CEI 60216-4-1. La température à l'intérieur de l'étuve doit être précise à ± 2 K près pour des températures de vieillissement allant jusqu'à 180 °C, et à ± 3 K près pour des températures de vieillissement comprises entre 180 °C et 300 °C. Au-dessus de 300 °C, il convient d'élaborer entre les parties des accords complémentaires pour la précision nécessaire aux températures.

En dépit de certains inconvénients évidents, il a été démontré par expérience que les étuves convenaient et qu'elles étaient un moyen économique pour obtenir des températures de vieillissement. La méthode mettant en œuvre des étuves soumet tous les composants du système d'isolation électrique à la véritable température de vieillissement.

Cependant, l'utilisation d'étuves pour le chauffage n'est pas obligatoire. Si les dimensions du produit électrotechnique en essai limitent l'utilisation d'étuves, ou quand il existe d'autres considérations particulières, un moyen plus direct simulant plus précisément les conditions de service peut être utilisé, comme cela est spécifié dans la partie correspondante.

6.3.5 Procédure de vieillissement

Lorsqu'on utilise des étuves de vieillissement, les éprouvettes doivent être placées directement dans l'étuve portée préalablement à la température de vieillissement, dès le début du cycle de vieillissement thermique, et retirés de l'étuve pour être aussitôt mises à la température ambiante en fin de période de vieillissement. Dans le but de réduire l'effet des différences existant entre les véritables températures de vieillissement de chaque éprouvette, il convient que l'emplacement de ces éprouvettes dans les étuves de vieillissement varie de manière aléatoire d'un cycle de vieillissement thermique à l'autre.

Lorsqu'on utilise d'autres moyens de chauffage, les éprouvettes doivent être ramenées à la température de vieillissement en un temps minimal, conformément à ce qui est indiqué dans la partie correspondante.

NOTE – Il convient que les produits de décomposition n'influencent pas de manière significative les essais d'une autre manière que pour des conditions de fonctionnement normal.

6.3.2 Ageing temperatures

To minimise the uncertainty introduced by extrapolation, the lowest test temperature should not exceed by more than 25 K the temperature to which the results will be extrapolated. The lowest ageing temperature shall result in a minimum log mean test life of 5 000 h. In addition, at least two higher ageing temperatures shall be selected, separated by intervals of 10 K or more. The highest ageing temperature shall result in a minimum log mean test life of 100 h. For EIM with a known melting point, the highest ageing temperature shall be at least 5 K below the melting point temperature.

6.3.3 Ageing periods

For each ageing temperature, there will be an assigned period of exposure. Suggested ageing periods are 24 h to 72 h for the highest ageing temperature, 48 h to 336 h for the intermediate ageing temperature, and 504 h to 840 h for the lowest ageing temperature. Based on the test data produced as the testing proceeds, the exposure period for the remaining test cycles may be doubled if less than one-half of the test objects reach end-of-life after completion of five cycles; it may be halved if one-third or more of the test objects reach end-of-life after completion of three cycles.

6.3.4 Means of heating

Thermal ageing may be done by placing the test objects in an accurately controlled and monitored oven with forced circulation as described in IEC 60216-4-1. The temperature throughout the oven shall be within ± 2 K for ageing temperatures up to 180 °C, and ± 3 K for ageing temperatures from 180 °C to 300 °C. Above 300 °C additional agreements on the required temperature accuracy should be made between parties.

Despite some evident disadvantages, ovens have been shown by experience to be a convenient and economical method of obtaining ageing temperatures. The oven method subjects all components of the EIS to the full ageing temperature.

However, the use of ovens for heating is not mandatory. Where the size of the electrotechnical product under test limits the use of ovens, or where there are other special considerations, a more direct means that more closely simulates service conditions may be used as specified in the applicable part.

6.3.5 Ageing procedure

For oven ageing, the test objects shall be placed directly into the preheated ageing oven at the beginning of the thermal ageing cycle, and removed from the oven directly to room temperature at the end of the ageing period. In order to diminish the effects of differences in actual ageing temperatures between individual test objects, the locations of the test objects in the ageing ovens should be randomised in successive thermal ageing cycles.

For other means of heating, test objects shall be brought to the ageing temperature in a minimum amount of time as described in the applicable part.

NOTE – Products of decomposition should not influence the test significantly in a way other than normal operating conditions.

Pour toutes les méthodes de vieillissement thermique, les éprouvettes doivent immédiatement être retirées de la source de chaleur et mises naturellement à refroidir à la température ambiante avant d'appliquer les traitements de prédiagnostic.

6.4 Contraintes mécaniques de prédiagnostic

Sauf spécification contraire existant dans chaque partie, chaque éprouvette doit être soumise à une période de contrainte mécanique après chaque période de vieillissement thermique. La procédure d'application de cette contrainte peut varier selon chaque type d'éprouvette et selon le service envisagé, et il convient que cela soit spécifié dans la partie correspondante. Les systèmes d'isolation électriques candidat et de référence doivent être exposés aux mêmes contraintes, aux mêmes durées d'exposition à la température ambiante et à l'humidité, sans appliquer la moindre tension.

6.5 Autres exigences pour le prédiagnostic

L'exposition à d'autres exigences de diagnostic telles que les chocs thermiques peut être réalisée conformément aux exigences d'utilisation finale, comme cela est spécifié dans la partie correspondante.

6.6 Exposition à l'humidité

Quand cela est spécifié dans la partie correspondante, après le vieillissement thermique, les contraintes mécaniques et les autres exigences de conditionnement, les éprouvettes doivent être exposées pendant 48 h à 100 % d'humidité relative, à une température supérieure de 5 K à 10 K par rapport à la température ambiante, de l'humidité étant présente à leur surface.

On doit utiliser une étuve de laboratoire étalonnée en fonction du degré d'humidité ou une étuve d'essai équivalente capable de maintenir les niveaux d'humidité spécifiés.

6.7 Essais de diagnostic diélectrique

6.7.1 Essai de diagnostic diélectrique préliminaire

Les essais de diagnostic diélectrique préliminaires doivent consister en l'application de contraintes de tension pour des conditions et pour des tensions correspondant à l'utilisation prévue du produit électrotechnique en essai, comme cela est spécifié dans la partie correspondante.

6.7.2 Essai de diagnostic diélectrique pendant le cycle de vieillissement

Dans le but de vérifier l'état des éprouvettes et de déterminer la fin de vie, l'essai de diagnostic diélectrique doit être appliquée après chaque exposition successive à l'humidité alors que les éprouvettes sont encore dans l'étuve ou immédiatement après leur retrait et alors qu'elles sont encore humides.

Dans certains cas la présence d'humidité en surface peut provoquer des arcs électriques ou des cheminements en surface. Dans ces cas, la surface de l'éprouvette peut être essuyée pour supprimer les gouttes d'eau, juste avant d'appliquer la tension.

6.8 Autres essais de diagnostic

D'autres essais de diagnostic peuvent également être utilisés pour déterminer la fin de vie d'une éprouvette, par exemple en complétant les essais de diagnostic diélectriques. Un critère de fin de vie peut être déterminé pour chaque essai de diagnostic, avec une justification adaptée, indiquée dans la partie correspondante.

For all methods of thermal ageing, the test objects shall be immediately removed from the heating source and allowed to cool to room temperature at a natural rate prior to applying prediagnostic treatments.

6.4 Prediagnostic mechanical stress

Unless specified in the applicable part, each test object shall be subjected to a period of mechanical stress following each thermal ageing period. The procedure for applying this stress may vary with each type of test object and the intended service, and should be specified in the applicable part. The candidate and reference EIS shall be exposed to the same stress and duration of exposure at room temperature and humidity, and without any applied voltage.

6.5 Other prediagnostic requirements

Exposure to other diagnostic requirements, such as thermal shock, may be performed according to end-use requirements as specified in the applicable part.

6.6 Moisture exposure

When specified in the applicable part, after thermal ageing, mechanical stress, and other conditioning requirements, the test objects shall be exposed for 48 h in 100 % relative humidity at 5 K to 10 K above room temperature with surface moisture present.

A laboratory-grade humidity chamber or an equivalent test chamber capable of maintaining the specified levels of humidity shall be used.

6.7 Dielectric diagnostic tests

6.7.1 Initial dielectric diagnostic test

Initial dielectric diagnostic tests shall consist of the application of voltage stresses under conditions and at voltages consistent with the intended use of the electrotechnical product under test as specified in the applicable part.

6.7.2 Dielectric diagnostic test during ageing cycle

In order to check the condition of the test objects and determine end-of-life, the dielectric diagnostic test shall be applied after each successive exposure to moisture while the test objects are still in the humidity chamber or immediately after removal while still wet with moisture.

In certain cases, the presence of surface moisture may cause surface arcing or tracking; in such cases the surface of the test object may be wiped free of water droplets immediately before application of the voltage.

6.8 Other diagnostic tests

Other diagnostic tests may also be used to determine end-of-life of a test object, e.g. by complementing the dielectric diagnostic tests. An end-point criterion may be established for each diagnostic test, with a suitable justification reported in the applicable part.

7 Analyse, compte rendu et classification

7.1 Critère de défaillance

Le critère par lequel une éprouvette est considérée comme claquée doit être totalement défini, préalablement au lancement de l'essai. Un essai adéquat doit être inclus dans le cycle d'essai pour déceler si un claquage se produit, indiquant ainsi la fin de vie de chaque éprouvette. L'utilisation de plus d'un critère de fin de vie tendra à rendre l'interprétation des résultats plus difficile. Il est recommandé d'utiliser un seul critère pour la fin de vie.

Le claquage d'un composant quelconque du système d'isolation électrique est considéré comme une défaillance de l'éprouvette dans sa totalité et détermine la fin de vie.

NOTE – Les éprouvettes peuvent continuer à être exposées au cycle d'essai d'endurance thermique dans le but d'évaluer d'autres composants du système d'isolation électrique.

Il convient de déterminer la raison du claquage de toutes les éprouvettes. La fin de vie qui peut être attribuée à une raison autre que le claquage du système d'isolation électrique ne doit pas être prise en compte. Si le claquage ne se produit pas au sein du système d'isolation électrique, comme par exemple la rupture d'une liaison électrique, et que l'on peut y remédier sans perturber le système d'isolation électrique, il convient de remettre l'éprouvette en essai.

7.2 Méthode de détermination de la durée de vie

7.2.1 Fin de vie

La fin de vie d'une éprouvette est supposée se produire à mi-parcours de la durée de vieillissement se situant entre les deux dernières applications consécutives d'un essai de diagnostic, celle au cours de laquelle le claquage a été observé et celle qui la précède immédiatement et au cours de laquelle aucun claquage n'a été décelé.

7.2.2 Durée de vie moyenne

Le nombre total d'heures du vieillissement thermique jusqu'à la fin de vie doit être enregistré pour chaque éprouvette et chaque température de vieillissement. La durée de vie moyenne en heures pour chaque température de vieillissement doit être calculée comme la moyenne géométrique.

7.3 Extrapolation des données

L'analyse de la régression linéaire en coordonnées d'Arrhenius (durée de vie, en valeur logarithmique, en fonction de l'inverse de la température absolue) doit être réalisée conformément à la CEI 60216-3. En utilisant les résultats d'essai du système d'isolation électrique de référence, calculer la durée de vie, t_R , en heures, pour l'indice de température T_R du système d'isolation électrique de référence. En utilisant les résultats d'essai pour les systèmes d'isolation électrique candidats, calculer la température T_C pour le nombre d'heures correspondant à t_R . T_C est l'indice de température relatif du système d'isolation électrique candidat. La classe thermique assignée au système d'isolation électrique candidat doit être choisie en 3.4 comme étant celle qui est égale ou inférieure à T_C . Si l'indice de température (T_R) du système d'isolation électrique de référence n'est pas disponible, la valeur en degrés Celsius de cette classe thermique doit être utilisée.

Les résultats peuvent être présentés sur une courbe donnant l'endurance thermique en relevant les points représentant la moyenne de la durée de vie (moyenne logarithmique), comme cela est illustré par la figure 1. Relever les résultats d'essai du système d'isolation électrique de référence et extrapoler sur la droite vers son indice de température (T_R), et lire la durée de vie correspondante en heures (t_R). Relever les résultats d'essai pour le système d'isolation électrique candidat. Extrapoler sur la droite vers t_R et lire la température correspondante (T_C). T_C est l'indice de température relatif du système d'isolation électrique candidat.

7 Analyzing, reporting, and classification

7.1 Criteria of failure

The criteria by which a test object is considered to have failed shall be fully defined prior to the start of the test. An adequate test shall be included in the test cycle to detect when a failure occurs denoting end-of-life for each test object. The use of more than one end-point criterion will tend to make the interpretation of the test results more difficult. It is recommended that only one end-point criterion be used.

Failure of any component in the EIS constitutes failure of the entire test object and fixes the end-of-life.

NOTE – Test objects may continue to be exposed to the thermal endurance test cycle in order to evaluate other components of the EIS.

The cause of all test object failures should be determined. End-of-life that can be attributed to a cause other than failure of the EIS is to be disregarded. If a failure is not within the EIS, such as an open electrical connection, and can be repaired without disturbing the EIS, the test object should be put back on test.

7.2 Method of determining life

7.2.1 End-of-life

The end-of-life of a test object is assumed to have occurred at the midpoint of the ageing period between the last two consecutive applications of diagnostic tests: the one during which failure was observed and the last prior application of diagnostic tests with no failure.

7.2.2 Average life

The total number of hours of thermal ageing to end-of-life shall be recorded for each test object at each ageing temperature. The average life in hours at each ageing temperature shall be calculated as a geometric mean.

7.3 Extrapolation of data

Linear regression analysis in Arrhenius co-ordinates (log life versus reciprocal of the absolute temperature) shall be carried out in accordance with IEC 60216-3. Using the reference EIS test results, calculate the life in hours (t_R) at the EIS Temperature index (T_R) of the reference EIS. Using the test results for the candidate EIS, calculate the temperature (T_C) at the number of hours corresponding to t_R . T_C is the EIS relative temperature index RTI of the candidate EIS. The thermal class assigned to the candidate EIS, taken from 3.4, shall be that which is equal to or less than T_C . If the EIS temperature index (T_R) of the reference EIS is not available, the value in degrees Celsius of its thermal class shall be used.

Results may be represented on a thermal endurance graph by plotting the mean life points (log means) as shown in figure 1. Plot the reference EIS test results and extrapolate the line to its EIS Temperature index (T_R) and read the corresponding life in hours (t_R). Plot the test results for the candidate EIS. Extrapolate the line to t_R and read the corresponding temperature (T_C). T_C is the EIS RTI of the candidate EIS.

La CEI 60493-1 décrit comment vérifier la linéarité des données. Si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 0,95, les données sont supposées être linéaires. Si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 0,90, mais inférieur à 0,95, cela peut indiquer que le vieillissement est influencé par plus d'un processus chimique ou plus d'un claquage mécanique. Néanmoins si l'on fait une comparaison avec un système d'isolation électrique très similaire appartenant à une même classe thermique, il est encore possible d'obtenir une classification valable du système d'isolation électrique candidat. Cependant si le coefficient de corrélation est inférieur à 0,90, cela peut indiquer une variation significative du mécanisme de vieillissement prépondérant. La classification peut alors uniquement être basée sur la partie de la courbe correspondant aux basses températures, celle-ci devant être confirmée par un point d'essai complémentaire pour une température inférieure ou intermédiaire. Il peut être nécessaire de juger, sur la base de l'expérience, si le coût et la durée nécessaires à cet autre essai sont justifiés ou s'ils peuvent être abandonnés.

7.4 Compte rendu des résultats

Le compte rendu des résultats de cet essai doit contenir tous les enregistrements, tous les détails appropriés de l'essai, et l'analyse, y compris

- la référence à la présente norme d'essai de la CEI et à la partie correspondante;
- la description du système d'isolation électrique essayé (les systèmes d'isolation électriques de référence et candidat);
- les températures et les durées de vieillissement pour chaque système d'isolation électrique;
- le traitement de prédiagnostic et les essais de diagnostic utilisés avec les essais ou les niveaux de contrainte appliqués, pour chaque système d'isolation électrique;
- la description détaillée des éprouvettes;
- le nombre d'éprouvettes pour chaque température et chaque système d'isolation électrique;
- la méthode pour obtenir les températures de vieillissement (y compris le type d'étuve, etc.);
- le taux de renouvellement d'air, si cela s'applique;
- les valeurs individuelles correspondant aux durées de vie et la procédure de claquage;
- la durée moyenne de vie (échelle logarithmique) pour chaque température de vieillissement et chaque système d'isolation électrique;
- la droite de régression avec les points moyens (échelle logarithmique);
- l'équation de régression et le coefficient de corrélation;
- l'indice de température et/ou la classe thermique du système d'isolation électrique de référence,
- l'indice de température relatif et/ou la classe thermique du système d'isolation électrique candidat.

IEC 60493-1 describes how to test data for linearity. If the coefficient of correlation is greater than or equal to 0,95, the data is assumed to be linear. If the coefficient of correlation is greater than or equal to 0,90 but less than 0,95, it may indicate that ageing is being influenced by more than one chemical process or failure mechanism. Nevertheless, if very similar EIS belonging to the same thermal class are being compared, a valid classification of the candidate EIS may still be made. However, if the coefficient of correlation is less than 0,90, this may indicate a significant change in the dominating ageing mechanism. Then the classification can be based only on the lower temperature portion of the curve, which shall be confirmed by an additional test point at a lower or intermediate temperature. It may be necessary to make a judgement on the basis of experience as to whether the time and cost of this further testing is justified, or can be abandoned.

7.4 Report of results

The report of the results of this test shall include all records, relevant details of the test, and analysis, including

- reference to this IEC test standard and applicable part;
- description of the EIS tested (the reference and candidate EIS);
- ageing temperatures and ageing periods for each EIS;
- prediagnostic treatment and diagnostic tests used with applied test or stress levels, for each EIS;
- detailed description of the test objects;
- number of test objects at each temperature for each EIS;
- method of obtaining the ageing temperatures (including oven type, etc.);
- rate of air replacement, if applicable;
- individual times to end-of-life, and mode of failure;
- mean log times to end-of-life for each ageing temperature, for each EIS;
- regression line with log mean points;
- regression equation and coefficient of correlation;
- EIS TI/thermal class of the reference EIS;
- EIS RTI/ thermal class of the candidate EIS.

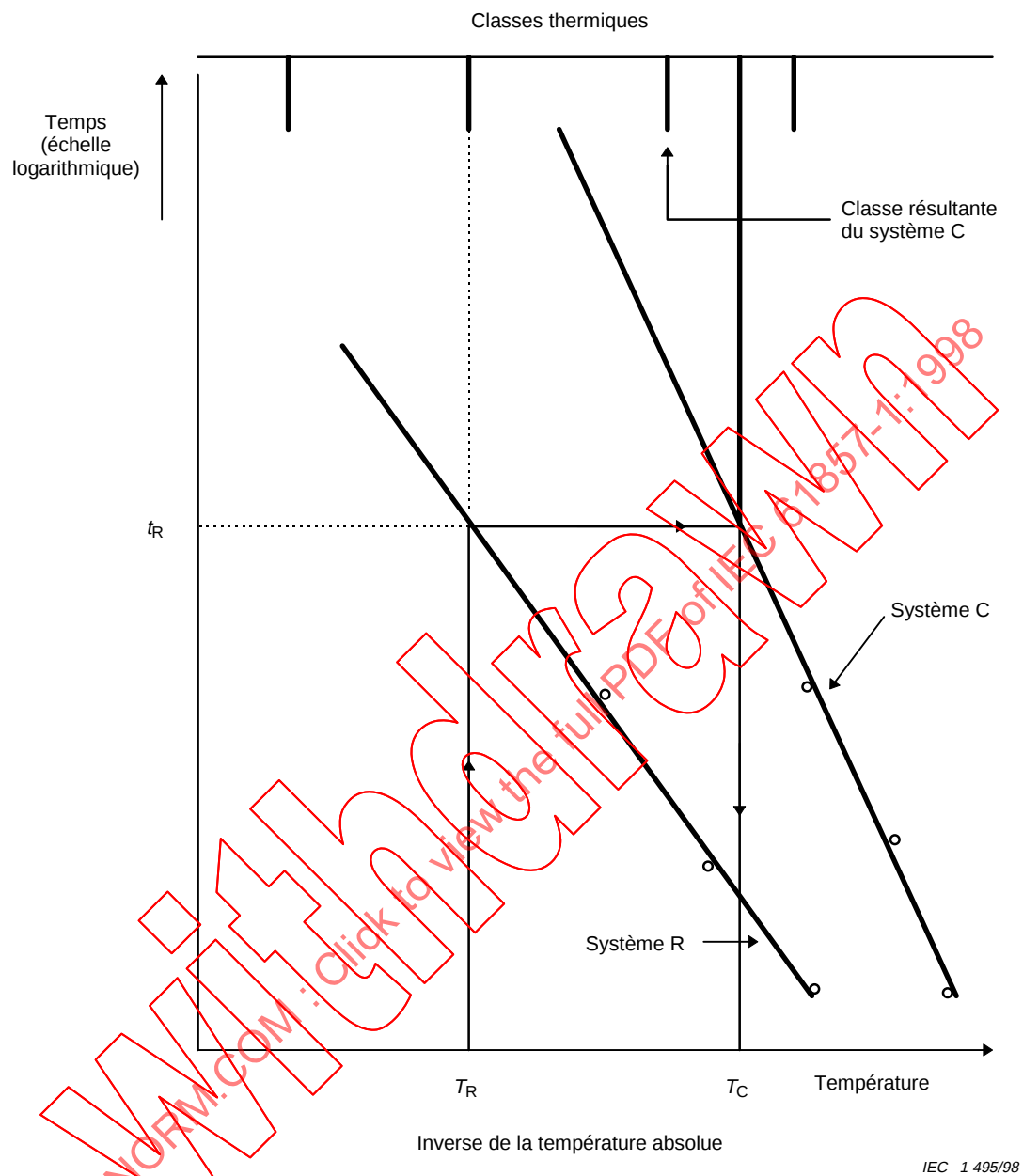


Figure 1 – Diagramme d'Arrhenius pour la comparaison d'un système candidat C avec un système de référence R

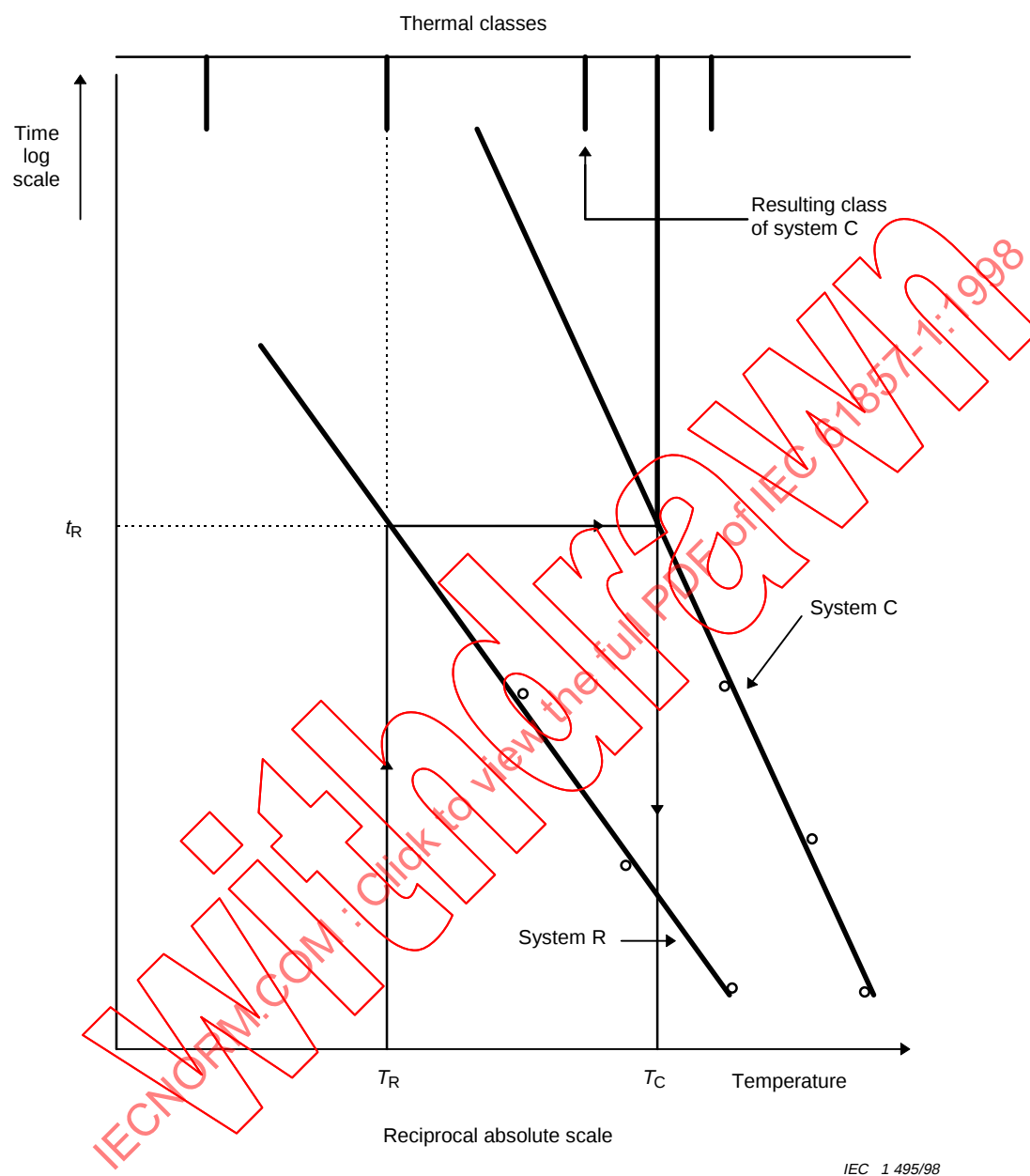


Figure 1 – Arrhenius graph for comparing a candidate system C with a reference system R

Annexe A (informative)

Bibliographie

CEI 60034-18-1:1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 1: Principes directeurs généraux*

CEI 60034-18-21:1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 21: Procédures d'essai pour les enroulements à fils – Evaluation thermique et classification*

CEI 60034-18-31:1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 31: Procédures d'essai pour les enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV*

CEI 60611:1978, *Guide pour la préparation de procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des système d'isolation électrique*

CEI/TR 60791:1984, *Evaluation des performances des systèmes d'isolation à partir de l'expérience en service et des résultats d'essai fonctionnels*