

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC

TS 62332-1

Première édition  
First edition  
2005-09

---

---

**Systemes d'isolation électrique (SIE) –  
Evaluation thermique de composants  
liquides et solides combinés –**

**Partie 1:  
Exigences générales**

**Electrical insulation systems (EIS) –  
Thermal evaluation of combined liquid  
and solid components –**

**Part 1:  
General requirements**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC/TS 62332-1:2005

## Numérotation des publications

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

## Editions consolidées

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

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

## Publication numbering

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

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC

TS 62332-1

Première édition  
First edition  
2005-09

---

---

**Systemes d'isolation électrique (SIE) –  
Evaluation thermique de composants  
liquides et solides combinés –**

**Partie 1:  
Exigences générales**

**Electrical insulation systems (EIS) –  
Thermal evaluation of combined liquid  
and solid components –**

**Part 1:  
General requirements**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

R

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives .....	10
3 Termes et définitions .....	12
4 Appareillage pour le vieillissement thermique .....	16
4.1 Description générale .....	16
4.2 Construction de l'appareillage d'essai .....	16
4.3 Surveillance et collecte de données .....	18
5 Construction de l'éprouvette .....	18
5.1 Général .....	18
5.2 Détermination du volume des composants .....	18
5.3 Eprouvette .....	20
6 Procédures d'essai .....	22
6.1 Généralités .....	22
6.2 Préparation des éprouvettes .....	22
6.3 Essais de diagnostic .....	24
6.4 Vieillissement thermique .....	26
6.5 Essai de fin de vie .....	28
7 Analyse des données .....	28
7.1 Critère de fin de vie .....	28
7.2 Rapport .....	30
Bibliographie .....	36
Annexe A (informative) Exemple de tableau de rapport de volume des composants .....	34
Figure 1 – Section de la cellule de vieillissement .....	32
Figure 2 – Exemple de paquet isolant pour un bobinage de transformateur .....	32
Tableau 1 – Vieillissement recommandé de températures et périodes pour classe thermique attendue .....	26

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions .....	13
4 Thermal ageing test apparatus.....	17
4.1 General description .....	17
4.2 Construction of the test apparatus .....	17
4.3 Monitoring and data collection.....	19
5 Construction of the test object.....	19
5.1 General .....	19
5.2 Determination of component volumes .....	19
5.3 Test object .....	21
6 Test procedures.....	23
6.1 General .....	23
6.2 Preparation of the test objects .....	23
6.3 Diagnostic tests .....	25
6.4 Thermal ageing .....	27
6.5 End-point testing .....	29
7 Analysis of data .....	29
7.1 End-point criteria .....	29
7.2 Report.....	31
Annex A (informative) Component volume ratio spreadsheet example.....	35
Bibliography.....	37
Figure 1 – Ageing cell cross-section .....	33
Figure 2 – Example of insulation package for a transformer winding .....	33
Table 1 – Recommended ageing temperatures and periods for expected thermal class.....	27

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) –  
EVALUATION THERMIQUE DE COMPOSANTS  
LIQUIDES ET SOLIDES COMBINÉS –****Partie 1: Exigences générales**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS (EIS) –  
THERMAL EVALUATION OF COMBINED LIQUID  
AND SOLID COMPONENTS –****Part 1: General requirements**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

La CEI 62332-1, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 112: Evaluation et quantification des matériels et des systèmes d'isolation électrique (titre provisoire) de la CEI.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
98/213/DTS	112/4/RVC

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

iTech Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC TS 62332-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/31/7e3a3-2e84-4d5b-b7d2-8315f02b2cd3/iec-ts-62332-1-2005>



IEC 62332-1, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and quantification of electrical insulating materials and systems (provisional title).

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
98/213/DTS	112/4/RVC

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

iTech Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC TS 62332-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/3177e3a3-2e84-4d5b-b7d2-8315f02b2cd3/iec-ts-62332-1-2005>

## INTRODUCTION

Cette spécification technique décrit une méthode pour l'évaluation thermique des systèmes d'isolation électrique (SIE) pour les produits électrotechniques avec des composants liquides et solides combinés. La Partie 1 couvre les exigences générales d'essai. Les parties suivantes couvriront les exigences d'essai spécifiques de produits.

Avant cette spécification technique, la procédure standard pour déterminer l'endurance thermique des systèmes d'isolation pour les produits immergés comprenait deux processus: premièrement, le vieillissement en ampoules scellées et, deuxièmement le vieillissement des modèles grandeur nature.

Le vieillissement de modèles grandeur nature est impraticable, particulièrement pour de grands produits, tels que des transformateurs de puissance. De même, l'utilisation du vieillissement en ampoules scellées n'est pas pratique si l'on teste des composants ayant des tenues thermiques rigoureusement différentes. Par exemple, l'essai d'un système avec un matériau solide d'index thermique de 200 °C avec un liquide ayant une tenue thermique de 130 °C ne peut pas être réalisé efficacement. Les températures de vieillissement accélérées, qui vieillissent correctement le liquide, auront comme conséquence des périodes de vieillissement extrêmement longues pour le solide. Les températures de vieillissement accélérées qui vieillissent correctement le solide, auront comme conséquence un extrême, ou même dangereux, vieillissement du liquide.

Cette spécification technique décrit une procédure de vieillissement thermique accélérée et un modèle qui permet aux matériaux solides d'être vieillis à des températures différentes des températures de vieillissement du liquide, tous étant dans le même appareil. Le modèle agit plus en mode de vieillissement réel des systèmes d'isolation, où l'isolation solide près des parties actives est exposée à des températures beaucoup plus élevées que la majeure partie du volume du liquide présent dans l'équipement. Le modèle contient tous les éléments primordiaux du SIE, et dans des rapports qui reproduisent les produits électrotechniques réels.

Le modèle a des possibilités de double température qui permettent la commande indépendante de la température des composants solides et liquides par l'utilisation de circuits séparés. Une bibliographie détaillée est fournie.

Ce procédé n'est actuellement pas applicable aux SIE avec des conducteurs émaillés. Les recommandations concernant la façon de les inclure sont bienvenues. Ce document a été préparé en concertation avec le TC 14, transformateurs de puissance. Tous les commentaires ou suggestions d'autres comités techniques pour rendre le document plus général sont bienvenus.

## INTRODUCTION

This technical specification describes a method for the thermal evaluation of electrical insulation systems (EIS) for electrotechnical products with combined liquid and solid components. Part 1 covers general test requirements. Subsequent parts should cover specific product test requirements.

Prior to this technical specification, the standard procedure for determining the thermal endurance of insulation systems for liquid-immersed products involved one of two processes: firstly, sealed-tube ageing and, secondly, ageing of full-scale models.

The use of full-scale models is impractical, especially for larger products, such as power transformers. Similarly, the use of sealed-tube ageing is not practical when testing components having drastically different thermal capabilities. For example, testing of a system with a solid material with a 200 °C thermal index with a liquid having a 130 °C thermal capability cannot be performed efficiently. Accelerated ageing temperatures, which fairly age the liquid, will result in extremely long ageing times for the solid. Accelerated ageing temperatures, which fairly age the solid, will result in extreme, or even hazardous ageing of the liquid.

This technical specification describes an accelerated thermal ageing procedure and process model that allows for the solid materials to be aged at temperatures separate from the liquid ageing temperatures, all in the same apparatus. The model acts more in the true-life ageing mode of insulation systems, where solid insulation near the active parts is exposed to much higher temperatures than the bulk liquid in the equipment. The model contains all the primary EIS elements, and in relative component ratios which compare with actual electrotechnical products.

The model has a dual temperature capability that allows independent control of the temperature of the solid and liquid components by the use of separate circuits. A detailed bibliography is provided.

This procedure is currently not applicable to EIS with enamel-coated conductors. Recommendations on how to include them are welcome. This standard has been prepared in conjunction with IEC 14, Power transformers. Any comments or suggestions from other technical committees to make the standard more general are welcome.

# SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) – ÉVALUATION THERMIQUE DE COMPOSANTS LIQUIDES ET SOLIDES COMBINÉS –

## Partie 1: Exigences générales

### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62332 est applicable aux SIE contenant des composants solides et liquides où la contrainte thermique est le facteur de vieillissement dominant, sans restriction de la classe de tension. Ce procédé n'est pas applicable aux SIE contenant un conducteur émaillé.

La présente partie indique une méthode d'essai à double température pour l'évaluation et la qualification thermiques des systèmes d'isolation électrique (SIE).

### 2 Références normatives

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

CEI 60156: *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

CEI 60216-3: *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*

CEI 60216-5: *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

CEI 60243-1: *Rigidité diélectrique des matériaux isolants - Méthodes d'essai - Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60247: *Liquides isolants – Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique ( $\tan \delta$ ) et de la résistivité en courant continu*

CEI 60250: *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

CEI 60296: *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

CEI 60422: *Guide de maintenance et de surveillance des huiles minérales isolantes en service dans les matériels électriques*

CEI 60450 : *Mesure du degré de polymérisation moyen viscosimétrique des matériaux isolants celluloseux neufs et vieillis à usage électrique*

CEI 60505: *Evaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*