IEC 60505

Edition 4.0 2011-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Evaluation and qualification of electrical insulation systems

Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XC

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-88912-539-5

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Terms and definitions 9
3.1 General terms 10
3.2 Terms related to service stresses and ageing 10
3.3 Terms related to testing 11
4 Ageing 12
4.1 Ageing mechanism 12
4.2 Assessment of ageing mechanisms 14
4.3 Electrical ageing 15
4.4 Thermal ageing 17
4.5 Mechanical ageing 19
4.6 Environmental ageing 21
4.7 Accelerated ageing 22
4.8 Multifactor ageing 23
5 Basic evaluation considerations 23
5.1 Elements for preparing an evaluation method 23
5.1.1 Object 23
5.1.2 Service conditions 23
5.1.3 Life values 24
5.2 Types of evaluation procedures 24
5.3 Choice of the test object 26
5.4 Experimental test procedures 26
5.5 Conclusions for standardization practices 27
6 Functional ageing tests 27
6.1 Test objects 27
6.1.1 Construction of test objects 27
6.1.2 Number of test objects 28
6.1.3 Quality assurance tests 28
6.1.4 Preconditioning subcycle 28
6.1.5 Initial diagnostic tests 28
6.1.6 Reference EIS 28
6.2 Test conditions 28
6.2.1 Continuous and cyclic testing 28
6.2.2 Levels of test stresses, ageing factors and diagnostic factors 29
6.3 Determination of EIS service life 29
6.3.1 Extrapolation of life test results 29
6.3.2 Comparison of life test data 29
6.4 Diagnostics 30
6.4.1 Diagnostic tests – End point criteria 30
6.4.2 Additional specific tests 31
6.5 Analysing the data 31
6.6 Test report 31
Annex A (informative) Glossary 32

Bibliography 71

Figure 1 – Ageing of an EIS 13
Figure 2 – Intrinsic/extrinsic electrical ageing of practical EIS 15
Figure 3 – Intrinsic/extrinsic thermal ageing of practical EIS 17
Figure 4 – Intrinsic/extrinsic mechanical ageing of practical EIS 20
Figure 5 – Intrinsic/extrinsic environmental ageing of practical EIS 22
Figure 6 – Elements of evaluation methods 23
Figure 7 – Type of evaluation procedure 25
Figure 8 – Selection of test object 26
Figure 9 – Establishing the test method 27
Figure A.1 – Surface abrasion damage 32
Figure A.2 – Surface enamel peeling like string 32
Figure A.3 – Scheme of the measurement set-up for the charging/discharging current 33
Figure A.4 – Example of sample preparation 33
Figure A.5 – Charging/discharging current on HDPE film 34
Figure A.6 – Property versus time behaviour, detection of threshold (end point, p_L) and maintenance time 35
Figure A.7 – Correspondence between the ageing plots of the property p (in red), obtained at different stress levels, and the resulting life line 35
Figure A.8 – Example of charge injection of positive carriers (holes) from the anode and of negative charge carriers (electrons) from the cathode in a PE flat specimen, detected by space charge measurement performed by PEA method 36
Figure A.9 – Stress-strain curve for a typical material 37
Figure A.10 – Scheme of measurement set- up for charging/discharging current 38
Figure A.11 – Example of sample preparation 38
Figure A.12 – Charging/discharging current on HDPE film 38
Figure A.13 – Charging current at 135 °C and different values of DC electrical field 39
Figure A.14 – Charging current at 120 °C and different values of DC electrical field 39
Figure A.15 – Corona at post insulator head 40
Figure A.16 – Corona on top and arcing to ground 40
Figure A.17 – Stages of mechanical ductile fracture (cracking) (Source unknown) 41
Figure A.18 – Photo showing orderings in epoxy structure and void 42
Figure A.19 – Discharge between conductors through air 44
Figure A.20 – Paper insulation degraded by electrical surface discharges 44
Figure A.21 – Example of electric strength test on XLPE sample 0,2 mm thick 45
Figure A.22 – Two parameters Weibull plot electric strength results performed on seven XLPE specimens, 0,2 mm thick 45
Figure A.23 – Loss angle of a dielectric 47
Figure A.24 – Loss factor for pre-treated and thermally aged (at 110 °C and 130 °C) XLPE cables measured at 90 °C plotted vs. frequency 47
Figure A.25 – Field lines from a positive charge above a plane conductor 48
Figure A.26 – Electrical tree 49
Figure A.27 – EPDM ashing and erosion on fitting 50
Figure A.28 – Failing external insulation 51

Figure A.29 – Failing external insulation 51
Figure A.30 – Critical failure of solid cable insulation (XLPE) by electrical breakdown 52
Figure A.31 – Example flashover 53
Figure A.32 – Substation – Outdoor installation 54
Figure A.34 – Internal interfaces in epoxy structure and void 56
Figure A.35 – Example of craze and crack development in an inter-lamellar space under mechanical tension T 57
Figure A.36 – Water treeing 58
Figure A.37 – After 11 years in service UV and moisture impact 59
Figure A.38 – Random (amorphous) structure of a molecular chain 59
Figure A.39 – Oriented structure (semi-crystalline) of a molecular chain 59
Figure A.40 – Typical morphology of melt-grown polyethylene spherulites 60
Figure A.41 – Areas in which PD generally occur 61
Figure A.42 – Classes of defect – Internal, surface and corona PD 61
Figure A.43 – Basic PD measurement circuit 62
Figure A.44 – Examples of PD patterns relevant to internal, surface and corona PD 62
Figure A.45 – GIS research – Metal conductor protrusion 63
Figure A.46 – Internally strained epoxy – Frozen in strains in epoxy resin due to thermal stress, measured by TMA curves 64
Figure A.47 – Externally strained parts in an on-load tap changer (OLTC) 64
Figure A.48 – A material being loaded in a) compression, b) tension, c) shear 65
Figure A.49 – Effect of thermal-mechanical stresses leading to interfacial electrical tracking 66
Figure A.50 – Stress-strain curve for a typical material 66
Figure A.51 – Over crimped rod; breaks during tensile test 67
Figure A.52 – Typical installation fault 68
Figure A.53 – Surface tracking on sheds and fitting end 68
Figure A.54 – Vented trees – Initiate at interface 69
Figure A.55 – Tape wrinkling 70

Table 1 – Ageing temperatures 19
Table 2 – Cyclical and continuous procedures 30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EVALUATION AND QUALIFICATION OF ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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.

International Standard IEC 60505 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2004, and constitutes a technical revision.

The main change with respect to the previous edition is that Annex A: Glossary is now available in an Internet version (http://std.iec.ch/iec60505) as well as a hardcopy version. The internet version contains an abridged text version and a multimedia supplement.

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

FDIS	Report on voting
112/174/FDIS	112/184/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.

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 stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The life of an electrical insulation system (EIS) or systems frequently determines the life of electrical equipment which can be affected by electrical, thermal, mechanical or environmental stresses acting either individually or in combination.

Intended, estimated or proven service life times are essential parameters for describing the life of electrical insulation systems. In the early days of electrotechnical engineering, life figures were rather vague. The limitation of the life of the insulation under thermal stress was one of the first indicators of the effect of ageing in some equipment in service. As experience in using EIS increased, it was appreciated that there was a need to select specific materials having satisfactory life time at a given temperature, to enable the required service life to be achieved and to allow for the calculation of the thermal capability of equipment.

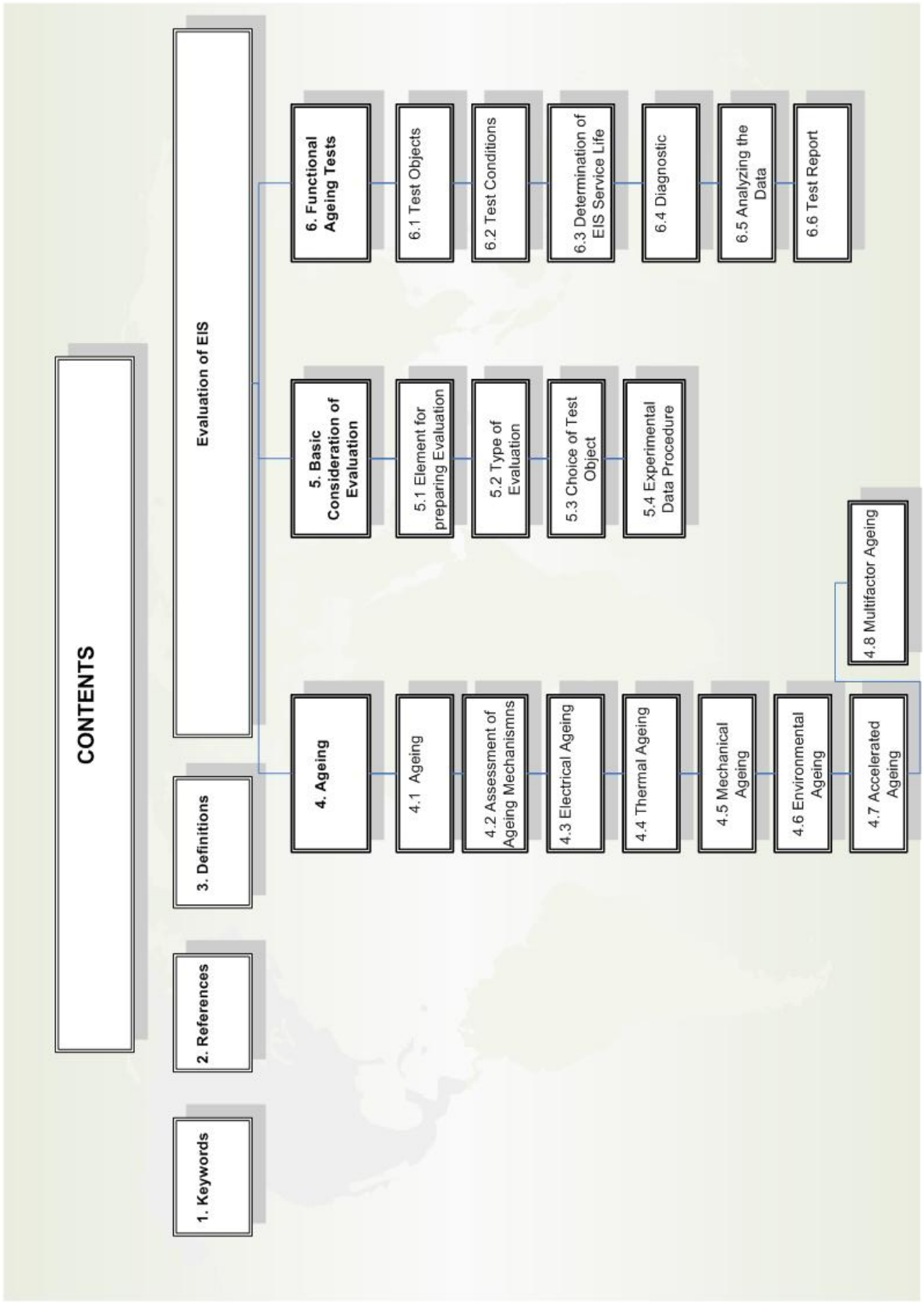
The user of this standard may evaluate existing test methods and provide correlation with his equipment. Therefore, the user of this standard is responsible for demonstrating the validity of the existing test method in accordance with the principles of this standard.

The determination of the prospective life is a fundamental task when developing and designing an EIS. Estimated service life of an EIS needs to be established for several reasons:

– for type testing when introducing a new EIS into production;
– for quality assurance of production;
– for estimating the life expectancy of new equipment;
– for estimating the remaining life for maintenance purposes.

“Ageing” focuses on the mechanisms affecting the EIS performance. “Evaluation” links these potential mechanisms by “Analysis” and “Diagnostics” to the design of a specific kind of evaluation test procedure.

The keyword structure below meets such requirements and allows an easier choice of the parts of interest.


CONTENTS
1. Keywords
2. References
3. Definitions
Evaluation of EIS
4. Ageing
4.1 Ageing
4.2 Assessment of Ageing Mechanismns
4.3 Electrical Ageing
4.4 Thermal Ageing
4.5 Mechanical Ageing
4.6 Environmental Ageing
4.7 Accelerated Ageing
4.8 Multifactor Ageing
5. Basic Consideration of Evaluation
5.1 Element for preparing Evaluation
5.2 Type of Evaluation
5.3 Choice of Test Object
5.4 Experimental Data Procedure
6. Functional Ageing Tests
6.1 Test Objects
6.2 Test Conditions
6.3 Determination of EIS Service Life
6.4 Diagnostic
6.5 Analyzing the Data
6.6 Test Report

EVALUATION AND QUALIFICATION OF ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS

1 Scope

This International Standard establishes the basis for estimating the ageing of electrical insulation systems (EIS) under conditions of either electrical, thermal, mechanical, environmental stresses or combinations of these (multifactor stresses).

It specifies the principles and procedures that shall be followed, during the development of EIS functional test and evaluation procedures, to establish the estimated service life for a specific EIS.

This standard should be used by all IEC technical committees responsible for equipment having an EIS.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

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

IEC 60544-1, *Electrical insulating materials – Determination of the effects of ionizing radiation – Part 1: Radiation interaction and dosimetry*

IEC/TS 61251, *Electrical insulating materials – AC voltage endurance evaluation – Introduction*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 79
INTRODUCTION 81
1 Domaine d'application 83
2 Références normatives 83
3 Termes et définitions 84
3.1 Termes généraux 84
3.2 Termes relatifs aux contraintes en service et au vieillissement 84
3.3 Termes relatifs aux essais 85
4 Vieillissement 87
4.1 Mécanismes de vieillissement 87
4.2 Estimation des mécanismes de vieillissement 88
4.3 Vieillissement électrique 89
4.4 Vieillissement thermique 91
4.5 Vieillissement mécanique 93
4.6 Vieillissement environnemental 95
4.7 Vieillissement accéléré 96
4.8 Vieillissement multifactoriel 97
5 Considérations d'évaluation de base 97
5.1 Éléments pour préparer une méthode d'évaluation 97
5.1.1 Objet 97
5.1.2 Conditions de service 97
5.1.3 Valeurs de durée de vie 98
5.2 Types de procédures d'évaluation 98
5.3 Choix de l'objet d'essai 100
5.4 Procédures expérimentales d'essai 100
5.5 Conclusions pour l'exercice de la normalisation 101
6 Essais fonctionnels de vieillissement 101
6.1 Objets d'essai 101
6.1.1 Construction des objets d'essai 101
6.1.2 Nombre d'objets d'essai 102
6.1.3 Essais d'assurance de la qualité 102
6.1.4 Sous-cycle de pré-conditionnement 102
6.1.5 Essais initiaux de diagnostic 102
6.1.6 SIE de référence 102
6.2 Conditions d'essai 102
6.2.1 Essais continus et cycliques 102
6.2.2 Niveaux de contraintes d'essai, facteurs de vieillissement et facteurs de diagnostic 103
6.3 Détermination de la durée de vie en service du SIE 103
6.3.1 Extrapolation de la durée de vie en essai 103
6.3.2 Comparaison des données de durée de vie 103
6.4 Diagnostic 104
6.4.1 Essais de diagnostic – Critères de point limite 104
6.4.2 Essais spécifiques additionnels 105
6.5 Analyse des données 105
6.6 Rapport d'essai 105

Annexe A (informative) Glossaire 107
Bibliographie 148

Figure 1 – Vieillissement d'un SIE 87
Figure 2 – Vieillissement électrique intrinsèque/extrinsèque des SIE pratiques 89
Figure 3 – Vieillissement thermique intrinsèque/extrinsèque des SIE pratiques 91
Figure 4 – Vieillissement mécanique intrinsèque/extrinsèque des SIE pratiques 94
Figure 5 – Vieillissement environnemental intrinsèque/extrinsèque des SIE pratiques 96
Figure 6 – Éléments des méthodes d'évaluation 97
Figure 7 – Type de procédure d'évaluation 99
Figure 8 – Choix de l'objet d'essai 100
Figure 9 – Établissement de la méthode d'essai 101
Figure A.1 – Dommage par abrasion de la surface 107
Figure A.2 – Enduit de la surface pelant comme une chaîne 107
Figure A.3 – Plan du montage de mesure pour le courant de charge/décharge 108
Figure A.4 – Exemple de préparation d'échantillon 108
Figure A.5 – Courant de charge/décharge sur un film de PEhd 109
Figure A.6 – Comportement de la propriété en fonction du temps, détection de seuil (point limite p_L) et temps de maintenance 110
Figure A.7 – Correspondance entre les relevés de vieillissement pour la propriété p (en rouge), obtenus à différents niveaux de contrainte, et la ligne de vie qui en résulte 110
Figure A.8 – Exemple d'injection de charge de porteurs positifs (lacunes) à partir de l'anode et de porteurs de charge négative (électrons) à partir de la cathode dans une éprouvette plate en PE, détectés par la mesure de la charge d'espace par la méthode PEA 111
Figure A.9 – Courbe contrainte-déformation pour un matériau type 112
Figure A.10 – Plan du montage de mesure pour le courant de charge/décharge 113
Figure A.11 – Exemple de préparation d'échantillon 113
Figure A.12 – Courant de charge/décharge sur un film de PEhd 113
Figure A.13 – Courant de charge à 135 °C et à différentes valeurs du champ électrique en c.c. 114
Figure A.14 – Courant de charge à 120 °C et à différentes valeurs du champ électrique en c.c. 114
Figure A.15 – Effet de couronne à la partie metallique supérieure de l'isolateur 116
Figure A.16 – Effet de couronne à la partie supérieure et production d'arc vers la terre 116
Figure A.17 – Stades de la fracture ductile mécanique (fissuration) (source inconnue) 117
Figure A.18 – Photo des séquences de la structure époxy et vide 118
Figure A.19 – Décharge entre conducteurs à travers l'air 119
Figure A.20 – Isolation en papier dégradée par les décharges superficielles électriques 120
Figure A.21 – Exemple d'essai de rigidité diélectrique sur un échantillon de XLPE (polyéthylène réticulé) de 0,2 mm d'épaisseur 121
Figure A.22 – Résultats des essais de mesure de rigidité diélectrique par courbe de Weibull à deux paramètres réalisés sur sept éprouvettes de XLPE de 0,2 mm d'épaisseur 121
Figure A.23 – Angle de pertes d'un diélectrique 123

Figure A.24 – Facteur de pertes pour les câbles en XLPE prétraités et XLPE, mesuré à 90 °C et tracé en fonction de la fréquence thermiquement vieillis (à 110 °C et 130 °C) 123
Figure A.25 – Lignes de champ à partir d'une charge positive au-dessus d'un conducteur plan 124
Figure A.26 – Arborescence électrique 125
Figure A.27 – Calcination d'EPDM et érosion sur raccord 126
Figure A.28 – Isolation externe défaillante – Exemple 1 127
Figure A.29 – Isolation externe défaillante – Exemple 2 127
Figure A.30 – Défaillance critique d'une isolation solide de câble (XLPE) par claquage électrique 128
Figure A.31 – Exemple de contournement 129
Figure A.32 – Sous-station – Installation en extérieur 130
Figure A.33 – Matériels d'isolation différents dans les jonctions de câbles HT 131
Figure A.34 – Interfaces internes dans une structure époxy et vide 132
Figure A.35 – Exemple de fendillement et de craquelure dans un espace interlamellaire sous la tension mécanique T 133
Figure A.36 – Arborescence d'eau 134
Figure A.37 – Impact des UV et de l'humidité après 11 ans de service 135
Figure A.38 – Structure aléatoire (amorphe) d'une chaîne moléculaire 135
Figure A.39 – Structure orientée (semi-cristalline) d'une chaîne moléculaire 135
Figure A.40 – Typical morphology of melt-grown polyethylene spherulites 136
Figure A.41 – Zones où se produisent en général les décharges partielles 137
Figure A.42 – Classes de défaut – Décharges partielles interne, superficielle et de couronne 137
Figure A.43 – Circuit de base pour la mesure des décharges partielles 138
Figure A.44 – Exemples de motifs de décharges partielles pertinents pour les décharges partielles internes, superficielles et de couronne 138
Figure A.45 – Recherche de GIS – Saillie d'un conducteur métallique 139
Figure A.46 – Époxy déformé intérieurement – Déformations gelées dans une résine époxy en raison de contraintes thermiques, mesurées par des courbes TMA 141
Figure A.47 – Pièces déformées extérieurement dans un OLTC (changeur de prise en charge) 141
Figure A.48 – Matériel chargé en a) compression, b) traction, c) cisaillement. 142
Figure A.49 – Effet des contraintes thermiques-mécaniques conduisant à un cheminement électrique interfacial 142
Figure A.50 – Courbe contrainte-déformation pour un matériau type 143
Figure A.51 – Barre excessivement pincée – Se brise au cours de l'essai de traction 143
Figure A.52 – Défaut d'installation type 145
Figure A.53 – Cheminement superficiel sur ailettes et extrémité de raccord) 145
Figure A.54 – Arborescences aérées – Naissent à l'interface 146
Figure A.55 – Formation de rides d'une bande 147

Tableau 1 – Températures de vieillissement 93
Tableau 2 – Procédures cycliques et continues 104

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉVALUATION ET QUALIFICATION DES SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60505 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Évaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, parue en 2004, dont elle constitue une révision technique.

La principale modification par rapport à l'édition précédente est que l'Annexe A: Glossaire, est désormais disponible en version internet (disponible à l'adresse http://std.iec.ch/iec60505)[1] ainsi qu'en version imprimée. Cette version internet consiste en une version textuelle abrégée et un complément multimédia.

---

1) Disponible en anglais seulement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
112/174/FDIS	112/184/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.

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 stabilité 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La durée de vie d'un (de) système(s) d'isolation électrique (SIE) détermine souvent la durée de vie du matériel électrique, qui peut être affectée par des contraintes électriques, thermiques, mécaniques ou environnementales, agissant individuellement ou en combinaison.

Les durées de vie en service envisagées, estimées ou prouvées sont des paramètres essentiels pour décrire la durée de vie de systèmes d'isolation électrique. Dans les premiers temps de l'ingénierie électrotechnique, les données de durée de vie étaient plutôt vagues. La limitation de la durée de vie de l'isolation sous contrainte thermique était l'un des premiers indicateurs de l'effet du vieillissement de certains matériels en service. Lorsque l'expérience dans l'utilisation des SIE s'est accrue, il est apparu un besoin de sélectionner des matériaux spécifiques présentant une durée de vie satisfaisante à une température donnée, pour permettre d'obtenir la durée de vie requise en service et permettre le calcul de l'aptitude thermique du matériel.

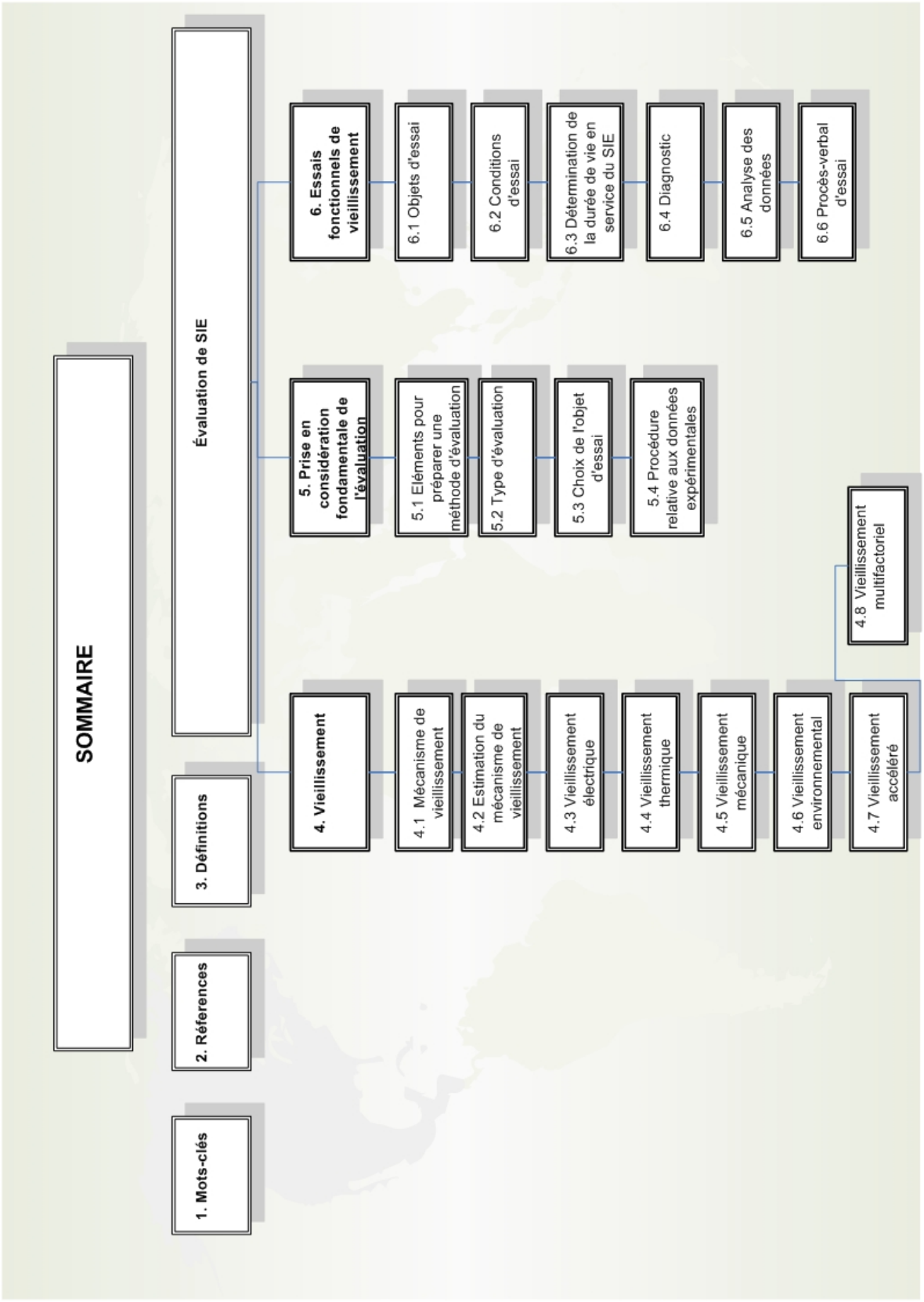
L'utilisateur de la présente norme peut évaluer les méthodes d'essai existantes et fournir la corrélation avec ce matériel. Ainsi, il est de la responsabilité de l'utilisateur de la présente norme de démontrer la validité de la méthode d'essai existante conformément aux principes de cette norme.

La détermination de la durée de vie envisagée est une tâche fondamentale dans le développement et la conception d'un SIE. Il est nécessaire d'établir la durée de vie en service estimée d'un SIE pour plusieurs raisons:

– pour les essais de type, lorsqu'un nouveau SIE est introduit dans la production;
– pour l'assurance qualité de la production;
– pour estimer l'espérance de vie d'un nouveau matériel;
– pour estimer la durée de vie restante aux fins de maintenance.

Le "vieillissement" est axé sur les mécanismes affectant les performances du SIE. "L'évaluation" relie ces mécanismes potentiels par le biais de "l'Analyse" et du "Diagnostic" à la conception d'une sorte spécifique de procédure d'essai d'évaluation.

La structure de mots-clés ci-dessous satisfait à ces exigences et permet de choisir plus facilement les pièces d'intérêt.


SOMMAIRE
1. Mots-clés
2. Références
3. Définitions
Évaluation de SIE
4. Vieillissement
4.1 Mécanisme de vieillissement
4.2 Estimation du mécanisme de vieillissement
4.3 Vieillissement électrique
4.4 Vieillissement thermique
4.5 Vieillissement mécanique
4.6 Vieillissement environnemental
4.7 Vieillissement accéléré
4.8 Vieillissement multifactoriel
5. Prise en considération fondamentale de l'évaluation
5.1 Eléments pour préparer une méthode d'évaluation
5.2 Type d'évaluation
5.3 Choix de l'objet d'essai
5.4 Procédure relative aux données expérimentales
6. Essais fonctionnels de vieillissement
6.1 Objets d'essai
6.2 Conditions d'essai
6.3 Détermination de la durée de vie en service du SIE
6.4 Diagnostic
6.5 Analyse des données
6.6 Procès-verbal d'essai

ÉVALUATION ET QUALIFICATION DES SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les bases de l'estimation du vieillissement des systèmes d'isolation électrique (SIE) dans des conditions de contraintes électriques, thermiques, mécaniques, environnementales ou de combinaisons de ces contraintes (contraintes multifactorielles).

Elle spécifie les principes et les procédures qui doivent être suivis, au cours du développement d'essais fonctionnels ou de procédures d'évaluation des SIE, pour établir la durée de vie estimée d'un SIE spécifique.

Il convient que tous les comités d'études de la CEI responsables de matériels ayant un SIE utilisent la présente norme.

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 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

CEI 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics* (disponible en anglais seulement)

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 60493-1, *Guide pour l'analyse statistique de données d'essais de vieillissement – Partie 1: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essais normalement distribués*

CEI 60544-1, *Matériaux isolants électriques – Détermination des effets des rayonnements ionisants – Partie 1: Interaction des rayonnements et dosimétrie*

CEI 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

CEI/TS 61251, *Electrical insulating materials – AC voltage endurance evaluation – Introduction* (disponible en anglais seulement)

CEI 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data* (disponible en anglais seulement)