

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60791**

Première édition
First edition
1984-11

**Evaluation des performances de systèmes
d'isolation à partir de l'expérience en service
et des résultats d'essais fonctionnels**

**Performance evaluation of insulation systems
based on service experience and functional tests**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60791: 1984

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.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60791

Première édition
First edition
1984-11

**Evaluation des performances de systèmes
d'isolation à partir de l'expérience en service
et des résultats d'essais fonctionnels**

**Performance evaluation of insulation systems
based on service experience and functional tests**

© IEC 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé 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

J

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application et objet	6
2. Description générale de la procédure d'évaluation	8
3. Nature des données de l'expérience en service	8
3.1 Généralités	8
3.2 Catégories de matériel	8
3.3 Codification des conditions de service	10
3.4 Performance	10
3.5 Données de l'expérience en service	10
4. Données d'essais fonctionnels	12
5. Etablissement de la performance démontrée	14
6. Evaluation de la performance	14
6.1 Généralités	14
6.2 Données de performance démontrée et conditions de service	14
6.3 Interprétation de la relation entre contrainte et temps jusqu'au point limite, obtenue à partir des essais fonctionnels	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope and object	7
2. General outline of evaluation procedure	9
3. Nature of service experience data	9
3.1 General remarks	9
3.2 Categories of equipment	9
3.3 Coding of service conditions	11
3.4 Performance	11
3.5 Service experience data	11
4. Functional test data	13
5. Establishing proven performance	15
6. Performance evaluation	15
6.1 General remarks	15
6.2 Proven performance values in relation to service conditions	15
6.3 Interpretation of the relationship between stress and time to end-point obtained from functional tests	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE SYSTÈMES D'ISOLATION À PARTIR DE L'EXPÉRIENCE EN SERVICE ET DES RÉSULTATS D'ESSAIS FONCTIONNELS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 63 de la CEI: Systèmes d'isolation.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
63(BC)19	63(BC)22

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent rapport :

Publications n°s 505 (1975): Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique.

611 (1978): Guide pour la préparation de procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des systèmes d'isolation électrique.

721: Classification des conditions d'environnement.

792-1 (1984): Essais fonctionnels à plusieurs facteurs de systèmes d'isolation électrique, Première partie: Procédures d'essai.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PERFORMANCE EVALUATION OF INSULATION SYSTEMS
BASED ON SERVICE EXPERIENCE AND FUNCTIONAL TESTS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 63: Insulation Systems.

The text of this report is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
63(CO)19	63(CO)22

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

The following IEC publications are quoted in this publication:

Publication Nos. 505 (1975): Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment.

611 (1978): Guide for the Preparation of Test Procedures for Evaluating the Thermal Endurance of Electrical Insulation Systems.

721: Classification of Environmental Conditions.

792-1 (1984): The Multi-factor Functional Testing of Electrical Insulation Systems, Part 1: Test Procedures.

ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE SYSTÈMES D'ISOLATION À PARTIR DE L'EXPÉRIENCE EN SERVICE ET DES RÉSULTATS D'ESSAIS FONCTIONNELS

INTRODUCTION

La Publication 505 de la C E I: Guide pour l'évaluation et l'identification des systèmes d'isolation du matériel électrique, fait ressortir la nécessité d'évaluer l'aptitude au service de systèmes d'isolation de matériel électrique sur la base d'information vérifiée provenant de l'expérience en service et d'essais fonctionnels.

Les procédures d'essais fonctionnels sont décrites dans la Publication 611 de la C E I: Guide pour la préparation de procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des systèmes d'isolation électrique, ainsi que dans d'autres publications à paraître.

Pour des raisons techniques et pratiques, les systèmes d'isolation de matériel électrique sont généralement soumis aux influences multiples de contraintes de niveaux variés. Les interactions entre ces contraintes ne sont connues que très rarement. C'est en partie pour cette raison que la Publication 505 de la C E I souligne que la pratique consistant à évaluer les systèmes d'isolation sur la base de chiffres d'endurance des matériaux isolants pris individuellement n'est pas valable. On considère comme extrêmement difficile de reproduire ces influences sur un matériau isolant sans représenter sur modèle le système d'isolation du matériel lui-même.

Il existe néanmoins des systèmes d'isolation subissant des contraintes simples où les interactions sont peu prononcées et où une estimation de l'aptitude au service à partir de mesures d'endurance des matériaux isolants peut être acceptable. Le bien-fondé de cette approche doit être examiné par les Comités d'Etudes de matériels conformément aux recommandations données dans le présent rapport.

L'expérience en service est la preuve ultime de l'aptitude d'un système d'isolation. L'évaluation et l'identification de systèmes d'isolation ayant fonctionné durant une assez longue période se fondent de préférence sur l'expérience en service. De plus, cette expérience en service exprimée et condensée sous la forme de systèmes d'isolation de référence est la base de toute évaluation comparative par essais fonctionnels de systèmes d'isolation.

Les données de l'expérience en service des systèmes d'isolation du matériel électrique peuvent prendre de nombreuses formes. Selon l'intérêt du groupe ayant besoin de ces données, par exemple les utilisateurs, les fabricants, les compagnies d'assurances, etc., les données peuvent avoir un caractère essentiellement statistique ou technique. Si aucune règle n'est établie, l'acquisition de données ne pourra pas être uniformisée. L'objectif du présent rapport est donc de présenter quelques idées générales pour établir de telles règles concernant l'acquisition et l'évaluation des données de l'expérience en service de systèmes d'isolation.

1. Domaine d'application et objet

La Publication 505 de la C E I indique la nécessité d'évaluer les systèmes d'isolation à partir de l'expérience en service et d'essais fonctionnels, mais ne décrit pas les moyens à utiliser pour y satisfaire.

Le présent rapport offre aux Comités d'Etudes de matériels un guide des procédures à adopter pour l'évaluation des performances de systèmes d'isolation à partir de l'expérience en service et des résultats des essais fonctionnels.

PERFORMANCE EVALUATION OF INSULATION SYSTEMS BASED ON SERVICE EXPERIENCE AND FUNCTIONAL TESTS

INTRODUCTION

IEC Publication 505: Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment, describes the need for evaluating the capability of equipment insulation systems on the evidence of verified information from service experience and functional tests.

Functional test procedures are covered in IEC Publication 611: Guide for the Preparation of Test Procedures for Evaluating the Thermal Endurance of Electrical Insulation Systems, as well as other publications to be issued.

Insulation systems in electrical equipment for technical and practical reasons are generally subjected to multiple influences at varying levels of stress. The interactions between these influences are very seldom known. It is partly for this reason that IEC Publication 505 states that the practice of evaluating insulation systems on the basis of endurance figures for insulating materials is not valid. It is considered extremely difficult to model these influences on an insulating material without modelling the insulation system of the equipment itself.

Simply stressed insulation systems exist where interactions are at a low level and where an estimation of service capability from endurance data for insulating materials may be acceptable. The acceptability of this approach must be determined by the equipment Technical Committee as required by the guidelines provided in this report.

Service experience is the ultimate evidence of the capability of an insulation system. For insulation systems which have operated for a sufficient time, service experience is the preferred basis for evaluation and identification. Also, this service experience, substantially expressed by and condensed into reference insulation systems, is the basis of any comparative functional test evaluations of insulation systems.

Service experience data of insulation systems in electrical equipment are available in many different forms. Depending on the interest of the group in need of the data, for example, users, producers, insurance companies and others, the data may be largely statistical or technical in character. Without establishing rules, data gathering will not be uniform. It is the purpose of this report to put forth some general ideas for establishing such rules for collection and evaluation of service experience data of insulation systems.

1. Scope and object

Publication 505 outlines the need to evaluate insulation systems from service experience and from functional tests, but it does not describe the methods for satisfying these needs.

This report gives guidance to equipment Technical Committees on the procedures to be adopted for evaluating the performance of insulation systems from service experience and from the results of functional tests.

2. Description générale de la procédure d'évaluation

Il appartient aux Comités d'Etudes de matériels d'établir des procédures spécifiques d'évaluation et d'identification des systèmes d'isolation basées sur l'expérience en service ou sur les données des essais fonctionnels. Ces procédures devront être conformes aux publications de la C E I dans la mesure où elles conviennent et devront servir à une ou plusieurs des fins suivantes:

- a) Spécifier comment les données de l'expérience en service peuvent servir à l'évaluation de systèmes d'isolation qui ont fait leurs preuves en service.
- b) Spécifier comment un système d'isolation qui a fait ses preuves en service et qui a été évalué peut être utilisé pour l'évaluation d'un nouveau système d'isolation à l'aide d'essais fonctionnels comparatifs.
- c) Spécifier en détail comment effectuer les essais fonctionnels pour obtenir les données nécessaires à l'évaluation de systèmes d'isolation.
- d) Spécifier comment les résultats des essais fonctionnels doivent être interprétés dans l'évaluation de systèmes d'isolation.

3. Nature des données de l'expérience en service

3.1 Généralités

Depuis les débuts de l'industrie électrotechnique, les systèmes d'isolation ont été évalués sur la base de l'expérience en service.

Les ingénieurs utilisent certaines données spécifiques de l'expérience en service lors de l'élaboration de nouvelles conceptions. En général, l'expérience en service, exprimée dans des normes acceptées d'une façon générale, a un caractère plutôt qualitatif.

On admet d'une part que l'expérience en service ou des essais reconnus sont à la base de l'évaluation thermique d'une isolation. D'autre part, on invoque l'expérience en service lorsqu'on admet, dans une classe thermique et une application spécifiques, des systèmes d'isolation basés sur le choix des matériaux composant le système d'après des listes de groupes de matériaux. Cela représente une acceptation qualitative d'une «application universelle et d'une longue expérience avec une durée de vie économiquement satisfaisante».

Bien que de nombreuses normes requièrent une expérience en service ou des essais reconnus pour l'évaluation de matériaux isolants ou de systèmes d'isolation, il n'existe pas de règle claire sur la façon de procéder dans des cas particuliers.

Il est recommandé que les Comités d'Etudes de matériels étudient, dans leur domaine respectif, les façons dont l'expérience en service a été utilisée dans le passé et dans quelle mesure ces méthodes, principalement des jugements qualitatifs, ont réussi. De telles analyses pourraient permettre l'établissement de recommandations pour les actions futures et l'introduction de méthodes plus quantitatives.

3.2 Catégories de matériel

Les catégories énumérées ci-dessous peuvent faciliter le choix d'une procédure d'évaluation appropriée pour l'acquisition de données relatives à l'expérience en service, ainsi que le choix d'un système d'isolation de référence pour un essai fonctionnel comparatif. Il peut exister d'autres catégories pour lesquelles les Comités d'Etudes de matériels devront établir des règles spéciales pour l'évaluation des données de l'expérience en service.

2. General outline of evaluation procedure

It is the responsibility of equipment Technical Committees to prepare specific procedures defining the evaluation and identification of insulation systems based on either service experience or the results of functional tests. These procedures should follow existing IEC publications where appropriate and they should accomplish one or more of the following:

- a) Specify how service experience data can be used for the evaluation of service-proven insulation systems.
- b) Specify how a service-proven insulation system which has been evaluated can be used for comparative functional evaluation tests with a new insulation system.
- c) Specify in detail how functional tests should be performed to obtain data for insulation system evaluations.
- d) Specify how the results of functional tests should be interpreted in insulation system evaluations.

3. Nature of service experience data

3.1 General remarks

Insulation systems have been evaluated on the basis of service experience ever since the beginnings of the electrotechnical industry.

Engineers use specific items of service experience related to the design task of the moment. More general service experience has been qualitative in character, as when expressed in generally accepted standards.

On the one hand, it is claimed that service experience or accepted tests are the basis for thermal evaluation of insulation. On the other hand, service experience is claimed when recognizing insulation systems for specific thermal classes and applications on the basis of the selection of the materials combined in the system from listed groups of materials. This represents a qualitative acceptance of a "universal application and long experience with an economically satisfactory life span".

Although numerous standards call for service experience or accepted tests to be used in evaluating insulating materials and insulation systems, no clear rules are available on how to do this in specific cases.

It is recommended that equipment Technical Committees analyse how service experience has been used in the past within their specific fields of responsibility, and how successful these methods, mostly qualitative judgements, have been. From these analyses, recommendations may be made for future practice and introduction of more quantitative methods.

3.2 Categories of equipment

The categories listed below may be useful as an aid in selecting an appropriate evaluation procedure for a collection of service experience data and in choosing a reference insulation system for a comparative functional test. There may be other categories which will require the equipment Technical Committees to develop special rules for the evaluation of service experience data.

a) Longue durée de vie, gros matériel

- Quelques unités, la plupart ou toutes servant à déterminer l'expérience en service.

b) Longue durée de vie, petit matériel

- Souvent, mais pas toujours, nombreuses unités, faible connaissance des données des utilisateurs; un échantillonnage statistique peut servir à déterminer l'expérience en service.

c) Courte durée de vie, gros matériel

- Quelques unités, généralement toutes utilisées pour déterminer l'expérience en service.

d) Courte durée de vie, petit matériel

- Souvent, mais pas toujours, très nombreuses unités, connaissance faible ou nulle des données des utilisateurs; l'évaluation peut se fonder sur un nombre statistiquement significatif d'échantillons ayant été utilisés dans des conditions normales de service.

3.3 Codification des conditions de service

Il convient que le Comité d'Etudes détermine les méthodes par lesquelles les conditions réelles de service peuvent être identifiées. On peut utiliser les méthodes de la section deux de la Publication 505 de la C E I, ou suivre les procédures décrites dans la série de la Publication 721 de la C E I: Classification des conditions d'environnement.

3.4 Performance

La performance en service tirée directement de l'expérience n'est généralement pas identique à la «performance attendue» ni à la «performance estimée» de la Publication 505 de la C E I. Les données de performance réelle ont une valeur absolue; elles sont données par de vrais chiffres de durée de vie du système d'isolation, tels que la durée jusqu'à défaillance, la durée jusqu'à un taux non économique de défaillance, la durée de bon fonctionnement, etc. (voir paragraphe 6.2).

3.5 Données de l'expérience en service

La tâche première du Comité d'Etudes de matériels est d'examiner les données de service du système d'isolation et de déterminer quelles conditions de service peuvent être considérées comme «normales» ou «anormales». Généralement, les conditions anormales sont celles dont les données de service sont vagues et celles qui ont été obtenues durant de mauvaises conditions de service. Le Comité peut décider de ne considérer que les conditions normales de service et proposer à l'utilisateur de s'adresser au fabricant pour toutes autres conditions.

Les données de l'expérience en service doivent, en principe, comprendre toute information utile sur les conditions de service auxquelles le système d'isolation a été exposé. Pour que l'expérience en service puisse être traitée quantitativement, il faut que l'acquisition des données se limite à des systèmes très similaires utilisés pour des fonctions essentiellement identiques.

Bien qu'une présentation détaillée des données soit souhaitable, il faut admettre qu'une présentation de valeurs numériques précises ne sera pas possible dans la plupart des cas pratiques. Il peut alors être préférable d'utiliser toute l'information disponible sur l'expérience en service et d'en présenter franchement les aspects positifs et les limitations.

- a) Long life, large equipment
 - Few units, most or all used to determine service experience.
- b) Long life, small equipment
 - Usually, but not always, many units, poor knowledge of users' data; statistical sampling may be used to determine service experience.
- c) Short life, large equipment
 - Few units, generally all used to determine service experience.
- d) Short life, small equipment
 - Usually, but not always, very many units, poor or no knowledge of users' data; evaluation may be based on a statistically significant number of samples that were exposed to normal service conditions.

3.3 *Coding of service conditions*

The Technical Committee should determine methods by which the actual service conditions can be identified. Methods given in Section Two of IEC Publication 505 or procedures described in the series of IEC Publication 721: Classification of Environmental Conditions, may be used.

3.4 *Performance*

Service performance gained directly from experience is generally not identical with the "intended performance" or "estimated performance" as given in IEC Publication 505. Actual performance data have an absolute meaning; they are real figures of life of the insulation system, such as time to failure, time to uneconomical failure rate, time of service without failure, etc. (see Sub-clause 6.2).

3.5 *Service experience data*

The first task of the equipment Technical Committee is to examine the service records of the insulation system and determine what service conditions should be considered "normal" and what "abnormal". Abnormal conditions are usually those where the service record is purely documented and those where service conditions have been poor. The Committee may elect to consider only "normal" service conditions and refer the user to the manufacturer for any other conditions.

The service experience data should include all relevant service conditions to which the insulation system is exposed. Before service experience can be treated in a quantitative way, it is necessary that data collection be restricted to closely similar systems employed in essentially identical functions.

Presentation of precise numerical data will not be possible in the majority of practical cases. It may be better in such cases to use all available information about service experience which provides a frank assessment of its positive aspects and limitations.

Pour établir l'aptitude au service d'un système d'isolation à l'étude, il faut obtenir, si possible, des informations sur les points suivants:

- a) Genre de détérioration observée en service et, si possible, nature des défaillances (arborescence dans les câbles, claquage à la terre dans les transformateurs, etc.).
- b) Contraintes en service s'exerçant sur un système d'isolation:
 - i) Conception du système
La contrainte électrique réelle, les contraintes mécaniques (effets des vibrations et de la dilatation thermique) et les autres contraintes que devra supporter le système d'isolation sont déterminées par la conception du système.
 - ii) Charge
La charge moyenne réelle qui est appliquée pendant la durée de vie du système d'isolation détermine s'il a été exploité à sa valeur assignée.
 - iii) Mode de fonctionnement
Cela inclut les variations de charge et les périodes d'arrêt.
 - iv) Phénomènes transitoires
Les phénomènes transitoires auxquels le système d'isolation est soumis peuvent avoir un effet significatif sur son vieillissement. Par exemple, les courts-circuits brusques localisés près du matériel en question ou les couplages hors synchronisation peuvent provoquer de fortes contraintes mécaniques dans le système d'isolation. De même, les surtensions qui surviennent en cours de service peuvent influencer sur la durée de vie.
 - v) Environnement
Il faut aussi prendre en considération l'environnement réel dans lequel le système d'isolation a opéré.
Note. — Le groupe de contraintes i) à v) constitue les conditions de service de référence décrites au paragraphe 3.2 de la Publication 792-1 de la C E I: Essais fonctionnels à plusieurs facteurs de systèmes d'isolation électrique, Première partie: Procédures d'essai.
- c) Entretien du système d'isolation durant sa vie. Des éléments du système d'isolation peuvent avoir été remplacés, modifiés ou ajoutés. Il importe de tenir compte de ces changements et de leur signification dans l'acquisition des données de l'expérience en service.
- d) Transport, entreposage et installation.
- e) Les données de performance tirées de l'expérience en service doivent correspondre à l'un des cas mentionnés au paragraphe 6.2.

4. Données d'essais fonctionnels

Les données d'essais sont obtenues selon des procédures d'essai fondées sur la Publication 611 et d'autres publications de la C E I.

La confiance que l'on peut accorder à la performance estimée d'un système d'isolation dépend de la précision de la simulation des conditions de service dans les procédures d'essai.

Les données de performance tirées des essais fonctionnels devraient être présentées conformément au paragraphe 6.3.

To establish the capability of a candidate insulation system, information about the following items should, if possible, be collected:

- a) The kind of deterioration observed in service and, if available, the nature of failures (treeing in cables, failure to earth in transformers, etc.).
- b) Service stresses on an insulation system:
 - i) System design
The actual voltage stress, mechanical (vibration and thermal expansion effects) and other stresses on the insulation system which are determined by the design.
 - ii) Load
The actual average load which is applied during the insulation system life determines whether it has operated at the rated design level.
 - iii) Duty
This includes the load cycling as well as stand-by periods.
 - iv) Transients
The actual transients to which the insulation system is exposed may be significant to its ageing. For example, sudden short circuits near the equipment or out-of-phase switching can produce severe mechanical stresses in the insulation system. Also, overvoltages which occur in service may affect the life.
 - v) Environment
The actual environment in which the insulation system has operated needs to be considered.
Note. — The set of stresses from i) to v) constitutes the *reference service conditions* mentioned in Sub-clause 3.2 of IEC Publication 792-1: The Multi-factor Functional Testing of Electrical Insulation Systems, Part 1: Test Procedures.
- c) Maintenance of the insulation system during its life. Modification may be made to the insulation system in the form of replaced, changed or added components. When acquiring service experience an awareness of the changes and their significance is necessary.
- d) Transportation, storage and installation.
- e) The performance data from service experience. They should be given in conformity with one of the cases treated in Sub-clause 6.2.

4. Functional test data

Test data are generated according to test procedures based on IEC Publication 611 and others.

Confidence in the estimated performance of an insulation system is dependent on how well the service conditions are modelled in the test procedures.

The performance values from functional tests should be given in conformity with Sub-clause 6.3.

5. Etablissement de la performance démontrée

Le but principal de l'établissement de la performance d'un système d'isolation, démontrée à partir des données d'expérience en service, est de pouvoir l'utiliser comme référence lors d'une évaluation comparative d'un autre système d'isolation.

Le Comité d'Etudes de matériels devrait établir des règles servant à déterminer la performance d'un système d'isolation. Dans l'établissement de ces règles, le Comité d'Etudes devrait tenir compte des effets de l'entretien, en particulier pour le matériel de longue durée de vie. L'expérience en service peut être exprimée de diverses façons (fin de vie, chute de performance, fiabilité, etc.). Si l'on utilise la fiabilité pour exprimer l'expérience en service, les variations des taux de défaillance peuvent fournir une information. Celle-ci permet de considérer l'aptitude à un service économique comme critère de point limite.

6. Evaluation de la performance

6.1 Généralités

Pour évaluer l'aptitude globale d'un système d'isolation, il faut évaluer la performance du système sous l'influence des facteurs de vieillissement de la façon décrite au paragraphe 6.3. Il n'existe actuellement aucune méthode généralement acceptée qui puisse servir à combiner les résultats des différents essais fonctionnels effectués sur des groupes distincts de sujets d'essai pour en tirer une évaluation globale de l'aptitude au service d'un système d'isolation.

Bien que des essais fonctionnels comparatifs agréés puissent donner une bonne idée de la performance d'un nouveau système d'isolation, il faut se rappeler que le critère fondamental de comparaison de systèmes d'isolation est leur performance relative en service. Les Comités d'Etudes de matériels devraient recommander un examen périodique de la performance en service des systèmes d'isolation qui ont été adoptés après des essais fonctionnels comparatifs. Cet examen servira à déterminer si la procédure d'essai donne les résultats attendus et à orienter les modifications à apporter au besoin.

6.2 Données de performance démontrée et conditions de service

Comme cela a déjà été dit, il convient que le Comité d'Etudes de matériels établisse des règles en vue de qualifier un système d'isolation comme ayant une performance démontrée par l'expérience dans des conditions réelles de service. Ces règles devront être établies pour chaque type particulier de matériel; les données de performance doivent se révéler comparables et peuvent alors être traitées statistiquement comme un groupe uniforme. Dans certains cas, les défaillances peuvent ne pas être représentatives de la dégradation résultant d'un service normal, mais peuvent être causées par des défauts de fabrication, des dégâts dus au transport, à un mauvais entreposage ou à d'autres conditions défavorables, telles que celles qui proviennent de la défaillance d'autres pièces. Il peut être nécessaire d'accorder un traitement spécial à cette catégorie de défaillances et de ne pas les inclure dans les données de l'expérience en service utilisées dans l'élaboration de données statistiques significatives. De plus, le terme «défaillance» peut signifier autre chose que le claquage proprement dit de l'isolation (voir article 3).

Les données de performance en service peuvent être classées en trois groupes types, le plus courant étant le groupe *b*):

- a) Toutes les données de performance sont obtenues à partir des résultats de défaillances en service comme critère de point limite.
- b) Les données de performance sont obtenues en partie à partir des défaillances en service et en partie à partir de l'expérience de bon fonctionnement en service.

5. Establishing proven performance

The main purpose of establishing proven performance of an insulation system from service experience data is to make possible its use, as a reference, in comparative evaluation of another insulation system.

The equipment Technical Committee should establish rules for determining the performance of an insulation system. In establishing the rules, the Technical Committee should consider the effects of maintenance, particularly on long-life equipment. Service experience may be expressed in many ways (end of life, drop of performance, reliability, etc.). If reliability is used to express service experience, changes in failure rates may present much information. Such information permits consideration of economical serviceability as an end-point criterion.

6. Performance evaluation

6.1 General remarks

To assess the overall capability of an insulation system, it is necessary to evaluate the system's performance under the ageing factors as described in Sub-clause 6.3. There is, at present, no generally accepted technique which can be used to combine the results of different functional tests on separate groups of test objects into an overall evaluation of the capability of an insulation system.

Whereas approved comparative functional tests may provide valuable insights into the performance of a new insulation system, it is important to remember that the ultimate criterion for comparison of insulation systems is their relative service performance. Equipment Technical Committees should recommend periodic review and reporting by the testing organizations of the service performance of insulation systems which have been adopted as a result of comparative functional testing. Such a review will help to determine if the test procedure is working as intended and will provide guidance for appropriate changes.

6.2 Proven performance values in relation to service conditions

As previously stated, the equipment Technical Committee should establish rules for qualifying an insulation system as having proven performance as shown by experience under actual service conditions. These rules will be required for each specific type of equipment; the performance data must be proven to be comparable and may then be treated statistically as a self-consistent group. In some cases, failures may not be representative of deterioration resulting from normal service but may be caused by errors in manufacture, damage due to transportation, poor storage, and other adverse conditions, such as those caused by failures of other components. It may be necessary to give special treatment to this class of failures and not include them in the service experience records used to develop meaningful statistical data. Also, the term "failure" may signify a condition other than the actual breakdown of the insulation (see Clause 3).

There are three typical groups of service performance values, the most common being group *b*):

- a*) Performance data are all obtained from records of service failure as an end-point criterion.
- b*) Performance data are obtained partly from service failures and partly from "service experience – without-failure".