

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
605-1**

Première édition
First edition
1978

Essai de fiabilité des équipements

**Première partie:
Prescriptions générales**

Equipment reliability testing

**Part 1:
General requirements**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 605-1: 1978

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
605-1**

Première édition
First edition
1978

Essai de fiabilité des équipements

**Première partie:
Prescriptions générales**

Equipment reliability testing

**Part 1:
General requirements**

© CEI 1978 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
DOMAINE D'APPLICATION	6
Articles	
1. Introduction	6
2. But de la norme	10
3. Applicabilité des méthodes données	10
4. Définitions et documents connexes	12
5. Principes des essais de conformité en fiabilité	12
5.1 Prescriptions de fiabilité	12
5.2 Clauses applicables aux essais de conformité en fiabilité	12
5.3 Méthodes d'essai de conformité en fiabilité	16
6. Principes des essais de détermination de la fiabilité	16
7. Constitution de l'échantillon et plans d'échantillonnage	18
7.1 Population et constitution de l'échantillon	18
7.2 Distributions sous-jacentes	18
7.3 Essais de conformité en fiabilité	22
7.4 Essais de détermination de la fiabilité	28
8. Conditions d'essai	30
8.1 Facteurs à prendre en considération pour le choix des conditions d'essai	30
8.2 Conditions de fonctionnement et d'environnement	32
8.3 Maintenance préventive au cours de l'essai	34
8.4 Conditions préférentielles d'essai en laboratoire	34
9. Caractéristiques de fonctionnement des dispositifs en essai et observations au cours de l'essai	36
9.1 Contrôle du fonctionnement des dispositifs en essai	36
9.2 Défaillances du dispositif en essai	38
9.3 Catégories de défaillances à ne pas prendre en compte	38
9.4 Catégories particulières de défaillances à prendre en compte	40
9.5 Durée d'essai à prendre en compte	42
10. Processus général de l'essai	42
10.1 Opérations concernant l'essai	42
10.2 Maintenance corrective	42
10.3 Analyse des défaillances	44
10.4 Enregistrement des conditions d'essai et des observations	44
10.5 Interprétation des résultats de l'essai	46
11. Considérations sur les essais en exploitation	48
11.1 Conditions d'essai	48
11.2 Fonctionnement des dispositifs et durée d'essai à prendre en compte	50
11.3 Collecte des données	50
12. Rapports d'essai	50
12.1 Feuilles de fonctionnement et d'enregistrement des données	52
12.2 Rapport de défaillance	52
12.3 Etat récapitulatif des défaillances	54
12.4 Etat récapitulatif des éléments de remplacement et des pièces détachées défaillants (facultatif)	56
12.5 Rapport final	56
13. Rappel des éléments à inclure dans la spécification particulière pour l'essai de fiabilité ou dans la spécification de l'équipement	56

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SCOPE	7
Clause	
1. Introduction	7
2. Object of this standard	11
3. Applicability of the methods given	11
4. Definitions and related documents	13
5. Principles of reliability compliance testing	13
5.1 Reliability requirements	13
5.2 Requirements for reliability compliance testing	13
5.3 Reliability compliance test methods	17
6. Principles of reliability determination testing	17
7. Test item sampling and statistical test plans	19
7.1 Population and test item sampling	19
7.2 Underlying distributions	19
7.3 Reliability compliance tests	23
7.4 Reliability determination tests	29
8. Test conditions	31
8.1 General considerations for the choice of test conditions	31
8.2 Operating and environmental test conditions	33
8.3 Preventive maintenance during the test	35
8.4 Preferred laboratory test conditions	35
9. Test item performance and test observations	37
9.1 Monitoring of test item performance	37
9.2 Test item failures	39
9.3 Classes of non-relevant failures	39
9.4 Special classes of failures	41
9.5 Relevant test time	43
10. General test procedure	43
10.1 Test operations	43
10.2 Corrective maintenance	43
10.3 Failure analysis and classification	45
10.4 Recording of test conditions and observations	45
10.5 Interpretation of test results	47
11. Field testing considerations	49
11.1 Test conditions	49
11.2 Test item performance and relevant test time	51
11.3 Data collection	51
12. Test reports	51
12.1 Test logs and data records	53
12.2 Failure reports	53
12.3 Failure summary record	55
12.4 Failed replacement units and spare parts inventory (optional)	57
12.5 Final report	57
13. Summary of details to be included in the detailed reliability test specification or the equipment specification	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAI DE FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS

Première partie: Prescriptions générales

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

La présente norme a été préparée par le Comité d'Etudes N° 56 de la CEI: Fiabilité et maintenabilité.

Des projets discutés en février 1973 à la réunion de Milan ont abouti en conclusion à un projet final, le document 56(Bureau Central)45, qui a été soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1974. A la suite de la réunion tenue en septembre 1974 à Bucarest, un projet révisé, le document 56(Bureau Central)54, a été soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1976. Les corrections rédactionnelles ont fait l'objet de discussions à la réunion de Nice de mai 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Hongrie
Australie	Inde
Belgique	Italie
Brésil	Pays-Bas
Bulgarie	Pologne
Danemark	Roumanie
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EQUIPMENT RELIABILITY TESTING

Part 1: General requirements

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 56, Reliability and Maintainability.

Drafts were discussed at the meeting held in Milan in February 1973. As a result of this meeting, a final draft, Document 56(Central Office)45, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1974. As a result of the meeting held in Bucharest in September 1974, a revised draft, Document 56(Central Office)54, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1976. Editorial review was discussed at the meeting held in Nice in May 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	India
Belgium	Italy
Brazil	Netherlands
Bulgaria	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	Spain
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	United States of America

ESSAI DE FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS

Première partie: Prescriptions générales

Domaine d'application

Cette norme donne des procédures pour les essais de fiabilité d'équipements, soit de conformité, soit de détermination. La première partie contient des indications générales sur le programme des essais. La deuxième partie jusqu'à la onzième partie incluse contiennent des méthodes spécifiques qui sont destinées à être utilisées pendant les phases de programme, d'essai, de collecte et d'analyse des données. La sélection des procédures les plus appropriées est du ressort de l'utilisateur de la norme.

Autres parties de cette norme :

- Deuxième partie: Recommandations pour la définition de cycles d'essai pour les essais de fiabilité des équipements.
- Troisième partie: Conditions d'essai préférentielles pour les essais de fiabilité des équipements.
- Quatrième partie: Méthode de calcul des estimations ponctuelles et des limites de confiance résultant d'essais de détermination de la fiabilité d'équipements.
- Cinquième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer la proportion de succès.
- Sixième partie: Test de validité de l'hypothèse d'un taux de défaillance constant.
- Septième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer le taux de défaillance et la moyenne des temps de bon fonctionnement, dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant.
- Huitième partie: Tests de validité d'une hypothèse selon laquelle le taux de défaillance n'est pas constant.
- Neuvième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer l'hypothèse d'une distribution de Weibull des temps jusqu'à défaillance.
- Dixième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer l'hypothèse d'une distribution normale des temps jusqu'à défaillance.
- Onzième partie: Diagramme décrivant les préparatifs pour les essais en fiabilité et leur exécution.

1. Introduction

Cette norme donne des principes généraux aussi bien que des recommandations spécifiques en ce qui concerne les dispositions à prendre pour les essais de conformité en fiabilité et les essais de détermination de la fiabilité, pour les équipements. Les principes énoncés sont valables pour tous les types d'équipements tels qu'électroniques, électromécaniques et tels que mécaniques. Le terme équipement est utilisé ici aussi bien dans le sens d'équipement que de système.

Les essais considérés dans cette norme ne sont pas destinés à remplacer les essais habituels tels que les essais de qualification, les essais de fonctionnement et les essais d'environnement. Il est à noter que les essais de fiabilité des équipements constituent seulement l'un des éléments possibles d'un programme de fiabilité ayant pour objectif d'accroître l'assurance de la fiabilité d'un nouvel équipement aux niveaux de la conception, du développement et de la production.

Les notions d'essai de conformité et d'essai de détermination correspondent aux définitions suivantes:

Essai de conformité en fiabilité*, une expérimentation conduite pour montrer si la valeur d'une caractéristique de fiabilité d'un dispositif est conforme ou non aux exigences de fiabilité fixées.

* Voir aussi la Publication 271A de la CEI.

EQUIPMENT RELIABILITY TESTING

Part 1: General requirements

Scope

This standard gives procedures for equipment reliability compliance and determination testing. Part 1 contains general requirements to be considered in the planning of the tests. Parts 2 to 11 inclusive contain specific procedures which are intended for use during the phases of planning, testing, data collecting and data analysing. Selection of the most appropriate procedures is made by the user of the standard.

Other parts of this standard:

- Part 2: Guidance for the Design of Test Cycles for Equipment Reliability Testing.
- Part 3: Preferred Test Conditions for Equipment Reliability Testing.
- Part 4: Procedures for Determining Point Estimates and Confidence Limits from Equipment Reliability Determination Tests.
- Part 5: Compliance Test Plans for Success Ratio.
- Part 6: Tests for the Validity of a Constant Failure Rate Assumption.
- Part 7: Compliance Test Plans for Failure Rate and Mean Time Between Failures Assuming Constant Failure Rate.
- Part 8: Tests for the Validity of a Non-constant Failure Rate Assumption.
- Part 9: Compliance Test Plans Assuming Weibull Distribution of Times to Failure.
- Part 10: Compliance Test Plans Assuming Normal Distribution of Times to Failure.
- Part 11: Flow Chart Describing Preparations for and Execution of Reliability Tests.

1. Introduction

This standard provides general principles as well as specific recommendations on procedures for equipment reliability compliance and determination testing. The principles set forth are suitable for all types of equipment including electronic, electromechanical and mechanical. The term equipment is used here as being synonymous with equipment and/or system.

The tests provided in this norme are not intended to replace ordinary tests such as qualification tests, functional performance tests and environmental tests. It should be noted that equipment reliability testing is only one of the possible elements of a reliability programme with the objective to increase the reliability assurance in the design, development and production of new equipment.

The concepts of compliance and determination testing are defined as follows:

Reliability compliance test *, an experiment used to show whether or not the value of a reliability characteristic of an item meets its stated reliability requirements.

* See also IEC Publication 271A.

Essai de détermination de la fiabilité*, une expérimentation conduite pour déterminer la valeur d'une caractéristique de fiabilité d'un dispositif.

Note. — Une analyse des données disponibles peut aussi être utilisée pour la détermination de la fiabilité.

L'essai de conformité en fiabilité est normalement utilisé comme condition d'acceptation de l'équipement par le client. L'essai de détermination est normalement utilisé pour obtenir de l'information lorsqu'un objectif de fiabilité déterminé n'a pas été établi.

Les essais de fiabilité des équipements peuvent être effectués sous forme d'essais de fiabilité en laboratoire ou en exploitation. Les définitions de ces notions sont les suivantes :

Essai de fiabilité en laboratoire*, essai de conformité en fiabilité ou de détermination de la fiabilité effectué dans des conditions de fonctionnement et d'environnement prescrites et contrôlées qui peuvent ou non simuler des conditions d'exploitation.

Essai de fiabilité en exploitation*, essai de conformité en fiabilité ou de détermination de la fiabilité effectué en exploitation où les conditions de fonctionnement, d'environnement, de maintenance et de mesure sont enregistrées.

Pour les essais de fiabilité d'équipement, les conditions d'essais de fiabilité en laboratoire devront être fixées en fonction des conditions d'emploi, la façon dont elles ont été déterminées devra être donnée et les conditions de maintenance seront prescrites et contrôlées.

Il dépend de bien des facteurs que des essais de fiabilité soient à prescrire ou non dans un contrat ou dans une spécification générale pour des équipements. Parmi les facteurs les plus importants à prendre en considération se trouvent :

- l'historique utile de l'équipement;
- les conséquences d'une fiabilité insuffisante de l'équipement en matière de sécurité et d'économie;
- le coût des essais de fiabilité;
- le temps nécessaire pour les essais;
- la possibilité de parvenir à l'assurance de la fiabilité par d'autres moyens que les essais de fiabilité; et
- les échantillons représentatifs disponibles.

De ce fait, les conclusions finales tirées d'un essai de conformité en fiabilité ne doivent pas être basées seulement sur la décision formelle d'acceptation ou de rejet à laquelle cet essai a conduit. Les causes et les conséquences de chacune des défaillances observées au cours d'un essai de fiabilité doivent être analysées en détail et toute possibilité d'action corrective efficace doit être envisagée.

Un programme de croissance (ou d'amélioration) de fiabilité utilise les essais de fiabilité mais avec le but principal d'améliorer la fiabilité. Ceci se réalise par des analyses successives de défaillances et de modifications correctives aux équipements en essai. Cette étape peut donc essentiellement se réaliser avant les essais de conformité ou de détermination à chaque fois qu'il y a une raison de croire que la fiabilité de l'équipement est insuffisante.

De grandes précautions doivent être prises dans le cas de l'extrapolation des résultats d'un essai de conformité en fiabilité ou d'un essai de détermination de la fiabilité :

- à d'autres populations d'équipements;
- à des conditions d'environnement différentes des conditions d'essai, ou
- à un temps de fonctionnement supérieur à celui de l'essai.

* Voir aussi la Publication 271A de la CEI.

Reliability determination test*, an experiment used to determine the value of a reliability characteristic of an item.

Note. — Analysis of available data may also be used for reliability determination.

The reliability compliance test is normally used as a condition of acceptance of the equipment by the customer. The determination test is normally used to provide information where a specific reliability requirement has not been stated.

Equipment reliability testing may be accomplished by either laboratory or field testing. The definitions of these concepts are as follows:

Laboratory reliability test*, a reliability compliance or determination test made under prescribed and controlled operating and environmental conditions which may or may not simulate field conditions.

Field reliability test*, a reliability compliance or determination test made in the field where operating environmental, maintenance and measurement conditions are recorded.

For equipment reliability testing, the laboratory reliability test conditions should be related to the conditions of use in a known manner and the maintenance conditions shall be prescribed and controlled.

Whether reliability testing should be required at all in a contract or a general equipment specification depends upon many factors. Among the most important of these are:

- relevant history of equipment;
- the consequences of inferior equipment reliability with respect to safety and economy;
- the cost of reliability testing;
- the time required for testing;
- the possibility of obtaining reliability assurance by activities other than reliability testing, and
- the availability of representative samples.

The final conclusions drawn from a reliability compliance test should not be based solely upon the formal accept/reject decision reached. The causes and consequences of each failure observed during a reliability test should be analyzed in detail, and any possibility of taking effective corrective actions should be investigated.

A reliability growth (or improvement) programme employs reliability testing, but with the principal object of upgrading the reliability. This takes place by successive analysis of failures and corrective modifications to the equipments under test. This process may therefore be an essential preliminary to compliance or determination testing whenever there is a reason to believe that the equipment reliability is inadequate.

Great care should be taken if the results of a reliability compliance or determination test are extrapolated to:

- other equipment populations;
- environmental conditions differing from the test conditions, or
- longer time of operation than used during the testing.

* See also IEC Publication 271A.

De même, du fait de la complexité et de la variabilité de l'environnement auquel sont soumis la plupart des équipements lors de leur utilisation, on ne peut pas s'attendre, dans chaque cas particulier, à une corrélation étroite entre les résultats de fiabilité obtenus par des essais de fiabilité en laboratoire et ceux qui résultent de l'expérience basée sur l'utilisation réelle.

Un diagramme donnant une description générale des préparatifs pour les essais de conformité en fiabilité et leur exécution est présenté dans la onzième partie.

2. But de la norme

Le but de cette norme est de recommander des méthodes et des règles pour les essais de fiabilité des équipements. Les recommandations incluent comment :

- spécifier les objectifs de fiabilité en vue des essais de conformité;
- choisir les conditions dans lesquelles seront effectués les essais de fiabilité;
- rédiger les spécifications particulières pour les essais de fiabilité;
- mettre en œuvre les essais de fiabilité en laboratoire et en exploitation;
- évaluer l'information fournie par les essais de fiabilité;
- rédiger les rapports d'essais de fiabilité.

3. Applicabilité des méthodes données

Les recommandations données dans cette norme sont destinées à être appliquées :

- 1) quand on considère qu'il est désirable de stipuler dans un *contrat* d'équipement des clauses quantitatives de fiabilité qui devront être vérifiées par des essais de conformité en fiabilité;
- 2) quand on considère qu'il est désirable d'introduire dans une *spécification générale pour des équipements* des objectifs de fiabilité qui devront être vérifiés par des essais de conformité en fiabilité. La norme est donc destinée à être utilisée par les divers Comités d'Etudes traitant de normalisation d'équipements;
- 3) quand un constructeur d'équipements, un laboratoire d'essais ou un utilisateur désirent obtenir une *information sur la fiabilité* basée sur des essais de détermination de la fiabilité pour un type particulier d'équipement ou une utilisation particulière.

Bien que primitivement destinées aux équipements électroniques, ces méthodes sont applicables aussi bien à d'autres types d'équipements et de systèmes comportant des éléments électriques, électromécaniques, mécaniques, pneumatiques et hydrauliques. L'équipement peut être réparé ou non pendant qu'il est utilisé et pendant le contrôle. Les méthodes sont aussi applicables à des dispositifs à durée de vie limitée.

Les méthodes peuvent être mises en œuvre à une ou plusieurs des phases de production suivantes: développement (prototype), présérie, production normale et exploitation. Les essais peuvent être inclus dans une procédure de qualification initiale, une procédure de requalification ou une procédure d'acceptation au cours de la production. Les méthodes sont applicables à des essais en laboratoire aussi bien qu'à des essais en exploitation.

Les méthodes sont applicables quand la fiabilité est exprimée en termes de caractéristiques de fiabilité suivants :

- taux de défaillance, moyenne des temps de bon fonctionnement, temps moyen jusqu'à la première défaillance ou autres paramètres de la distribution des temps jusqu'à défaillance ou des temps entre défaillances;
- proportion de succès pour un intervalle de temps donné ou un nombre de fonctionnements donné (épreuves).

Also, due to the complexity and variability of usage environments for most equipment applications, strict correlation between the reliability figures obtained from laboratory reliability testing and those experienced in actual use should not be expected in each individual case.

A flow chart giving an overall description of preparations for and execution of reliability compliance tests is presented in Part 11.

2. Object of this standard

The object of this standard is to provide recommended methods and procedures for the purpose of equipment reliability testing. The recommendations include how to:

- specify reliability requirements for compliance testing;
- select test conditions for reliability tests;
- prepare detailed reliability test specifications;
- perform laboratory and field reliability tests;
- evaluate information from reliability testing;
- write reliability test reports.

3. Applicability of the methods given

The recommendations given in this standard are intended to be applied:

- 1) when it is considered desirable in an equipment *contract* to stipulate quantitative reliability requirements which are to be verified by reliability compliance testing;
- 2) when it is considered desirable in a *general equipment specification* to incorporate reliability requirements to be verified by reliability compliance testing. The standard is thus intended to be used by the various Technical Committees dealing with equipment standardization;
- 3) when an equipment manufacturer, test agency or user intends to ascertain *reliability information* based on reliability determination testing for the particular type or application of the equipment.

Although primarily intended for electronic equipment, the methods are also applicable to other types of equipment and systems containing electric, electromechanical, mechanical, pneumatic and hydraulic devices. The equipment may be repaired or not repaired in use and during the testing. The methods are also applicable to limited-life devices.

The methods can be applied in any one or more of the product phases: development (prototype), pre-production, normal production and field use. The tests may be included in an initial qualification procedure, in a requalification procedure, and in an acceptance procedure during normal production. They are applicable for laboratory tests as well as for field tests.

The methods are applicable when reliability is expressed in terms of the following reliability characteristics:

- failure rate, mean time between failures, mean time to first failure or other parameters of the distribution of times to or between failures;
- success ratio for a given time interval or number of operations (trials).

L'applicabilité n'est pas restreinte à une distribution particulière de temps jusqu'à défaillance.

Partout où le concept «temps» apparaît dans cette norme, cette variable peut être remplacée par une distance, un nombre de cycles ou toute autre grandeur ou unité appropriée.

En cas de conflit entre la présente norme et le contrat ou les spécifications qui s'appliquent au matériel, ce sont ces derniers documents qui font foi.

4. Définitions et documents connexes

La signification des termes qui ne sont pas définis explicitement dans cette norme est conforme aux définitions de la Publication 271 de la CEI et des Recommandations R645 et R1786 de l'ISO. Ces documents et d'autres publications connexes sont indiqués dans la liste ci-dessous:

Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique (publiée en plusieurs parties).

Publication 271 de la CEI: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité (1974).

Publication 272 de la CEI: Considérations préliminaires sur la fiabilité (1968).

Publication 300 de la CEI: La fiabilité, problème de direction (1969).

Publication 362 de la CEI: Guide pour l'acquisition des données de fiabilité, de disponibilité et de maintenabilité à partir des résultats d'exploitation des dispositifs électroniques (1971).

Recommandation R645 de l'ISO: Vocabulaire et symboles statistiques, première série (1967).

Recommandation R1786 de l'ISO: Vocabulaire et symboles statistiques, deuxième série (1970).

5. Principes des essais de conformité en fiabilité

5.1 Prescriptions de fiabilité

Les prescriptions de fiabilité opérationnelle pour un équipement particulier doivent être déduites de considérations relatives au système global et exprimées en termes relatifs à l'utilisation. Ces prescriptions doivent se référer à toute la plage des conditions d'utilisation (conditions de fonctionnement, d'environnement et de maintenance) et au temps total pour lesquels un fonctionnement satisfaisant est exigé.

Pour un essai de conformité, les clauses de fiabilité applicables doivent être exprimées en termes relatifs à l'essai et définies d'une manière telle qu'elles permettent d'obtenir une bonne correspondance entre la valeur de la caractéristique de fiabilité résultant de l'essai et la valeur de fiabilité opérationnelle dans les conditions d'exploitation. Il faut bien noter toutefois qu'une correspondance rigoureuse entre la fiabilité en essai et la fiabilité en exploitation est difficile à obtenir. De ce fait, les prescriptions de fiabilité opérationnelle exprimées en termes relatifs à l'utilisation devraient toujours, lorsque les prescriptions doivent être vérifiées par un essai, être transformées en clause applicable à un essai de conformité en fiabilité.

5.2 Clauses applicables aux essais de conformité en fiabilité

Toutes les clauses applicables aux essais de conformité en fiabilité d'un équipement doivent être incluses ou introduites dans le contrat ou la spécification concernant l'équipement.

Elles doivent être suffisamment complètes pour définir tous les détails particuliers de l'essai de conformité en fiabilité. Lorsque l'essai de conformité en fiabilité est spécifié en accord avec la présente norme, l'information dont les éléments sont indiqués dans les paragraphes 5.2.1 à 5.2.5 doit être donnée dans la mesure où ces éléments s'appliquent au cas considéré.

The applicability is not restricted to any particular distribution of times to failure.

Wherever “time” is used in this standard, this variable may be replaced by distance, cycles or other quantities or units as may be appropriate.

In case of conflict between this standard and the relevant contract or equipment specification(s), the latter shall apply.

4. Definitions and related documents

The meaning of terms, not explicitly defined in this standard, is in accordance with the definitions in IEC publication 271 and/or ISO Recommendations R645 and R1786. These and other related publications are listed below:

IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures, (issued in several parts).

IEC Publication 271: List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability, issued 1974.

IEC Publication 272: Preliminary Reliability Considerations, issued 1968.

IEC Publication 300: Managerial Aspects of Reliability, issued 1969.

IEC Publication 362: Guide for the Collection of Reliability, Availability and Maintainability Data from Field Use of Electronic Items, issued 1971.

ISO Recommendation R645: Statistical vocabulary and symbols, first series, issued 1967.

ISO Recommendation R1786: Statistical vocabulary and symbols, second series, issued 1970.

5. Principles of reliability compliance testing

5.1 Reliability requirements

Operational reliability requirements for a particular equipment should be derived from total system considerations and expressed in usage-oriented terms. The requirements should refer to the whole range of use conditions (operating, environmental and maintenance conditions) and the total period of time for which satisfactory performance is required.

For compliance testing reliability requirements should be specified in test-oriented terms and be designed to achieve good correspondence between the value of the reliability characteristic resulting from testing and the value of the operational reliability under use conditions. It must be realized, however, that close correspondence between test and use reliability is difficult to achieve. The usage-oriented operational reliability requirements should always be converted into suitable requirements for reliability compliance testing whenever reliability requirements are to be verified by testing.

5.2 Requirements for reliability compliance testing

Any requirement for reliability compliance testing of equipment should be included in or enforced by the equipment contract or specification.

They should be complete enough to define all particular details of the reliability compliance test. When reliability compliance testing is specified in accordance with this standard, information is required on the items listed in Sub-clauses 5.2.1 to 5.2.5, if applicable.

5.2.1 Dispositifs à mettre en essai et type d'essai

- 1) Identification de l'équipement (du type d'équipement) à mettre à l'essai.
- 2) Type d'essai à effectuer: en laboratoire ou en exploitation. Voir paragraphe 5.3.
- 3) Population d'équipements de laquelle l'échantillon devra être tiré, et, s'il y a lieu, méthode particulière d'échantillonnage. Voir paragraphe 7.1.

5.2.2 Caractéristique de fiabilité et plan d'échantillonnage

- 1) Caractéristique de fiabilité applicable et indication de la valeur acceptable.
Lorsque la caractéristique de fiabilité est relative à un système et doit être obtenue à partir de caractéristiques de fiabilité faisant l'objet d'essais séparés de sous-ensembles, la méthode à utiliser pour son obtention doit être aussi spécifiée et doit inclure le schéma de fiabilité applicable.
- 2) Le plan d'échantillonnage de conformité à utiliser.
Le plan d'échantillonnage doit être de préférence choisi parmi ceux indiqués dans les cinquième, septième, neuvième ou dixième parties de cette norme. Voir article 7.
- 3) Les tests à utiliser à l'occasion pour la validité de l'hypothèse d'une distribution. Voir le paragraphe 7.2.2 et les sixième, septième et huitième parties pour l'usage des tests de validité et des risques possibles.

5.2.3 Conditions d'essai et cycle d'essai

- 1) Conditions de fonctionnement et d'environnement incluant les conditions de charge et d'alimentation durant l'essai et la manipulation réelle. Voir paragraphe 8.2 et article 11.
- 2) Opérations de maintenance préventive à effectuer au cours de l'essai. Voir paragraphe 8.3 et article 11.
- 3) Cycle d'essai définissant la succession et la combinaison des éléments 1) et 2) ci-dessus. Voir paragraphe 8.1.

5.2.4 Performance et défaillance des dispositifs en essai

- 1) Caractéristiques de fonctionnement à contrôler durant l'essai et critères de défaillances. Voir paragraphes 9.1 et 9.2.
- 2) Types de défaillances entraînant une décision de rejet immédiat. Voir paragraphe 9.4.1.
- 3) Types de défaillances à considérer comme défaillances à ne pas prendre en compte. Voir paragraphe 9.3.
- 4) Périodes de l'essai auxquelles correspondent les durées d'essai à prendre en compte. Voir paragraphe 9.5.
- 5) Temps d'essai ou nombre d'opérations minimal et/ou maximal pour chaque dispositif en essai. Voir paragraphe 9.5.

5.2.5 Conditions préalables à l'essai et maintenance corrective

- 1) Contrôles, réglages, étalonnages et temps de fonctionnement (déverminage) des dispositifs avant l'essai de fiabilité. Voir paragraphes 7.1 et 10.1.
- 2) Instructions pour la maintenance corrective précisant tout remplacement autorisé de pièces ou dispositifs défaillants. Voir paragraphe 10.2.

5.2.1 *Test items and type of test*

- 1) Identification of the (type of) equipment to be tested.
- 2) Type of test to be performed; laboratory or field test. See Sub-clause 5.3.
- 3) Population of the equipment from which the test sample shall be drawn and where appropriate, any special procedure of test item selection. See Sub-clause 7.1.

5.2.2 *Reliability characteristic and statistical test plans*

- 1) Applicable reliability characteristic and statement of the acceptable value.
When the reliability characteristic refers to a system and is to be derived from separately verified reliability characteristics for individual sub-units, the derivation procedure to be applied shall also be specified and shall include the applicable reliability block diagram.
- 2) The compliance test plan to be used.
The plan used should preferably be chosen from the applicable Part 5, 7, 9 or 10 of this standard. See Clause 7.
- 3) Tests to be used for the validity of distribution assumption, if desired. See Sub-clause 7.2.2 and Parts 6 to 8 for validity tests to be used and possible risk considerations.

5.2.3 *Test conditions and test cycle*

- 1) Operating and environmental test conditions including load and supply conditions and actual manipulation. See Sub-clause 8.2 and Clause 11.
- 2) Preventive maintenance to be applied during the test. See Sub-clause 8.3 and Clause 11.
- 3) Test cycle for the sequence and combinations of 1) and 2) above. See Sub-clause 8.1.

5.2.4 *Test item performance and failure*

- 1) Functional parameters to be monitored during the test and criteria for test item failures. See Sub-clauses 9.1 and 9.2.
- 2) Types of failures demanding immediate reject decision. See Sub-clause 9.4.1.
- 3) Types of failures to be considered as non-relevant test item failures. See Sub-clause 9.3.
- 4) Periods of test time to be considered as relevant test time. See Sub-clause 9.5.
- 5) Minimum and/or maximum relevant test time or number of operations for each test item. See Sub-clause 9.5.

5.2.5 *Pre-test conditions and corrective maintenance*

- 1) Tests, adjustments, calibrations and operation time (burn-in) of the test items prior to the reliability test. See Sub-clauses 7.1 and 10.1.
- 2) Corrective maintenance procedures to be applied, including any permitted replacement of failed parts or items. See Sub-clause 10.2.

5.3 Méthodes d'essai de conformité en fiabilité

Avant que ne commence un essai de fiabilité d'un équipement, une *spécification particulière pour l'essai de fiabilité* devrait être rédigée. Elle devrait contenir :

- les clauses applicables à l'essai de conformité en fiabilité, conformément au paragraphe 5.2 ci-dessus, détaillées au niveau de l'équipement particulier à mettre en essai ;
- les caractéristiques exigées en conséquence pour les moyens d'essai ou une liste de ces derniers comprenant les matériels d'environnement, l'appareillage de contrôle, les moyens nécessaires à la maintenance et les moyens de conduite du programme d'essai ;
- les instructions pour la mise en œuvre de l'essai et les actions à mener lorsque apparaissent des défaillances dans les dispositifs en essai ou dans les moyens d'essai ;
- les instructions pour la rédaction des rapports et les actions à mener à la suite des décisions prises.

Une liste récapitulative des éléments qui doivent être inclus dans la *spécification particulière pour l'essai de fiabilité* ou dans la *spécification de l'équipement* est donnée à l'article 13.

Les essais de fiabilité des équipements peuvent être effectués sous forme d'essais de fiabilité en laboratoire ou d'essais de fiabilité en exploitation.

Les essais en laboratoire ont pour avantage que les conditions d'essai peuvent être définies et contrôlées, ce qui permet l'obtention de résultats reproductibles et comparables. De plus, le contrôle des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs en essai et la connaissance des défaillances ont lieu dans de meilleures conditions. Dans bien des cas, le choix des conditions d'essai permet de mieux tenir compte des conditions limites d'utilisation. Les décisions résultant de l'essai et la connaissance des problèmes qui se posent sont accessibles plus tôt, ce qui favorise la mise en œuvre d'actions correctives en temps opportun.

Les essais en exploitation peuvent fournir, dans certains cas, des résultats plus réalistes et exiger des moyens d'essais moins importants. Le coût direct d'un essai en exploitation peut souvent être moins élevé que celui d'un essai en laboratoire correspondant. Le fonctionnement des équipements au cours de l'essai peut se faire dans les conditions normales d'utilisation. L'impossibilité d'accomplir des essais en exploitation dans des conditions étroitement contrôlées peut toutefois présenter un désavantage appréciable. La reproductibilité d'un essai en exploitation est généralement moins bonne que celle d'un essai en laboratoire.

Les méthodes en laboratoire et en exploitation sont tout à fait similaires vis-à-vis des clauses et de la mise en œuvre des essais de fiabilité. Des considérations particulières aux essais de fiabilité en exploitation sont notées à l'article 11.

6. Principes des essais de détermination de la fiabilité

Dans le cas des essais de détermination de la fiabilité, les estimations des caractéristiques de fiabilité à retenir sont obtenues par l'analyse des observations faites durant l'essai. Les caractéristiques de fiabilité applicables doivent être indiquées.

La définition des conditions d'essai, des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs en essai, des observations lors de l'essai et des méthodes d'essai, est la même pour les essais de détermination de la fiabilité que pour les essais de conformité en fiabilité. La liste des prescriptions qui figure dans les paragraphes 5.2.1, 5.2.3, 5.2.4 et 5.2.5 est par conséquent applicable. Du fait qu'il n'y a pas d'exigences de fiabilité quantitatives préétablies dans le cas d'essai de détermination, le paragraphe 5.2.2 ne s'applique pas.

5.3 Reliability compliance test methods

Prior to the start of an equipment reliability test, a *detailed reliability test specification* should be prepared. This should contain:

- requirements for reliability compliance testing according to Sub-clause 5.2 above, detailed for the particular equipment to be tested;
- derived requirements on, or a list of the test facilities to be used, including environmental facilities, monitoring equipment, maintenance facilities and test programme control;
- instructions for running the test and actions to be taken when failures occur in test items and test facilities;
- instructions for reporting and actions to be taken due to test decisions.

A check-list of items to be included in the detailed reliability test specification of the equipment specification is found in Clause 13.

Equipment reliability testing may be accomplished by either laboratory or field testing.

Laboratory tests have the advantage that the test conditions can be defined and controlled, giving reproducible and comparable results. In addition, the monitoring of the test item performance and failure indications are under better control. Laboratory test conditions in many cases can be designed to take better account of limiting conditions of application. Earlier test decisions and problem identification are possible, permitting more timely corrective actions.

Field tests may in some cases provide more realistic test results and require fewer test facilities. The direct cost of a field test may often be lower than that of a corresponding laboratory test. The test items may be used in normal operation. The inability to perform field tests under closely controlled conditions may, however, represent a significant disadvantage. The reproducibility of a field test is generally lower than that of a laboratory test.

Laboratory and field test methods are very similar with respect to the requirements and performance of the reliability testing. Special considerations for field reliability testing are pointed out in Clause 11.

6. Principles of reliability determination testing

In reliability determination testing, estimates of the reliability characteristics of interest are obtained from analysis of test observations. The applicable reliability characteristics shall be stated.

The definition of test conditions, test item performance, test observations and test procedures is the same for reliability determination testing as for reliability compliance testing. The list of requirements as given in Sub-clauses 5.2.1, 5.2.3, 5.2.4 and 5.2.5 therefore apply. As there is no predetermined quantitative reliability requirement in case of determination testing, Sub-clause 5.2.2 does not apply.

Comme dans le cas des essais de conformité, une *spécification particulière pour l'essai de fiabilité* doit être rédigée et les essais peuvent être conduits en laboratoire ou en exploitation, voir paragraphe 5.3.

Les méthodes statistiques pour les essais de détermination de la fiabilité sont décrites au paragraphe 7.4. Des résultats antérieurs ou des observations d'exploitation peuvent être utilisés pour la détermination de la fiabilité, dans la mesure où les données sont suffisamment complètes, bien établies et applicables à la situation.

7. Constitution de l'échantillon et plans d'échantillonnage

Un plan d'essai pour étudier la fiabilité est nécessairement basé sur des considérations statistiques du fait que les caractéristiques de fiabilité sont de nature statistique.

Dans le cas où sont spécifiés la moyenne des temps de bon fonctionnement, le taux de défaillance moyen ou d'autres paramètres d'une distribution, l'essai se présente comme un essai de durée au cours duquel sont observées les durées à prendre en compte jusqu'à défaillance de l'équipement. Une hypothèse concernant la distribution des temps jusqu'à défaillance doit être faite (voir les sixième à dixième parties).

Dans le cas où une proportion de succès est spécifiée, l'essai exige seulement que les nombres d'épreuves et d'échecs ou les nombres totaux de dispositifs et de dispositifs défaillants soient comptés et traités statistiquement.

7.1 Population et constitution de l'échantillon

L'essai de fiabilité d'équipement peut s'appliquer à l'un des cas suivants:

- a) Modèles d'étude ou prototypes.
- b) Lot de présérie.
- c) Lot ou lots de production.

La population doit être homogène, c'est-à-dire que les dispositifs sont produits par les mêmes moyens dans des conditions similaires, ceci afin que les essais de fiabilité soient représentatifs. Le nombre de dispositifs de la population peut être, dans certains cas, l'unité.

Les dispositifs à mettre en essai devront être choisis au hasard dans la population concernée. La population concernée et toute procédure spéciale de sélection de dispositif devront être définies dans la spécification détaillée d'essai de fiabilité. Si possible, l'acheteur ou un organisme d'essai indépendant devrait faire cette sélection.

Tout déverminage ou exposition à contrainte (c'est-à-dire manutention et transport) des échantillons en essai, sera le même que pour les équipements livrables.

7.2 Distributions sous-jacentes

Les variables aléatoires adoptées pour l'essai de fiabilité dans cette norme sont les suivantes.

- Une variable aléatoire continue: le temps jusqu'à défaillance ou le temps entre défaillances avec une distribution sous-jacente continue de type exponentiel, normal ou de Weibull.
- Une variable aléatoire discrète: le nombre de défaillances ou de dispositifs défaillants avec une distribution discrète de type binomial.

D'autres distributions peuvent aussi être utilisées si leur application est essentielle.