

RAPPORT  
TECHNIQUE

TECHNICAL  
REPORT

CEI  
IEC

61586

Première édition  
First edition  
1997-02

---

---

**Estimation de la fiabilité  
des connecteurs électriques**

**Estimation of the reliability  
of electrical connectors**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61586: 1997

## 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 électrotechnique;*
- 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.

RAPPORT  
TECHNIQUE – TYPE 2  
TECHNICAL  
REPORT – TYPE 2

CEI  
IEC

61586

Première édition  
First edition  
1997-02

---

---

**Estimation de la fiabilité  
des connecteurs électriques**

**Estimation of the reliability  
of electrical connectors**

© IEC 1997 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](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

R

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
 Articles	
1 Domaine d'application.....	12
2 Considérations générales .....	12
2.1 Mécanismes de dégradation intrinsèque.....	12
2.2 Mécanismes de dégradation extrinsèque.....	12
2.3 Maîtrise de la dégradation extrinsèque .....	12
2.4 Modes de défaillance et mécanismes de défaillance.....	14
2.5 Mécanismes de dégradation .....	14
3 Méthodes d'essais et facteurs d'accélération.....	14
4 Statistique sur la fiabilité.....	16
5 Critères d'acceptation .....	18
6 Estimation de la fiabilité des connecteurs multicontacts .....	18
6.1 Estimation de la fiabilité d'un connecteur à partir de la fiabilité d'un contact si les performances des contacts sont statistiquement indépendantes.....	18
6.2 Estimation de la fiabilité d'un connecteur à l'aide de distributions asymptotiques de valeurs extrêmes .....	20
7 Résumé et conclusions.....	22
 Annexes	
A Exemple détaillé d'un calcul de fiabilité de valeurs extrêmes .....	24
B Bibliographie .....	36

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1 Scope.....	13
2 General considerations .....	13
2.1 Intrinsic degradation mechanisms .....	13
2.2 Extrinsic degradation mechanisms .....	13
2.3 Control of extrinsic degradation .....	13
2.4 Failure modes and failure mechanisms .....	15
2.5 Degradation mechanisms .....	15
3 Test methods and acceleration factors.....	15
4 Reliability statistics .....	17
5 Acceptance criteria.....	19
6 Estimation of the reliability of multi-position connectors.....	19
6.1 Estimation of connector reliability from contact reliability when the contacts in a connector perform statistically independently.....	19
6.2 Estimation of connector reliability using asymptotic extreme-value distributions ..	21
7 Summary and conclusions .....	23
Annexes	
A Detailed example of an extreme value reliability calculation.....	25
B Bibliography .....	36

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### ESTIMATION DE LA FIABILITÉ DES CONNECTEURS ÉLECTRIQUES

#### AVANT-PROPOS

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

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 61586, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ESTIMATION OF THE RELIABILITY  
OF ELECTRICAL CONNECTORS**

## FOREWORD

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

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 61586, which is a technical report of type 2, has been prepared by subcommittee 48B: Connectors, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
48B/466/CDV	48B/512/RVC

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'estimation de la fiabilité des connecteurs électriques car il est urgent d'avoir des indications dans ce domaine d'application.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

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

Committee draft	Report on voting
48B/466/CDV	48B/512/RVC

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a “prospective standard for provisional application” in the field of estimating the reliability of electrical connectors because there is an urgent requirement for guidance in this field of application.

This document is not to be regarded as an “International Standard”. It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the contents of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for another three years, conversion into an International Standard, or withdrawal.

Annexes A and B are for information only.

Withdrawn

## INTRODUCTION

La fiabilité des ensembles électroniques dépend de celle des connexions électriques, composants passifs intercalés entre des composants actifs, aussi bien que de celle de ces composants eux-mêmes. On s'accorde à penser que les connexions, et particulièrement les connecteurs, sont une cause importante de défaillance des ensembles électroniques, souvent du type panne inexplicée. Dire si c'est justifié n'est pas le sujet du présent rapport, mais la fiabilité des connecteurs électriques consiste en la question fondamentale de savoir comment déterminer de façon significative la fiabilité des contacts électriques et des connecteurs.

La définition de la fiabilité qui est adoptée dans le présent rapport est la suivante:

probabilité pour qu'un produit assure une fonction spécifique dans des conditions de fonctionnement définies et pour une durée spécifiée.

Le présent rapport examine certains facteurs dont la prise en compte est indispensable en ce qui concerne cette définition. La méthodologie d'évaluation de la fiabilité qui va être examinée consiste surtout en une analyse statistique appropriée des résultats d'essais, en considérant bien les points suivants.

- a) Identifier les mécanismes de dégradation en cause, et les ranger selon leur importance pour l'application considérée.
- b) Déterminer les essais d'environnement appropriés pour chacun de ces mécanismes de dégradation, ainsi que les facteurs d'accélération et les durées d'exposition.
- c) La méthode statistique d'estimation de la fiabilité à partir des résultats d'essais doit être appropriée.
- d) Etablir un critère d'acceptation approprié à l'application envisagée.

Les points a) et b) concernent l'aptitude du produit à continuer de remplir la fonction prévue, en présence des mécanismes de dégradation auxquels il est exposé dans son environnement de fonctionnement. En outre, on ne peut se passer d'un facteur d'accélération pour apprécier la durée de vie en fonctionnement du produit.

Le point c) est indispensable puisque la fiabilité est définie comme une probabilité, ce qui exige le traitement statistique des résultats appropriés.

Enfin, le point d) traduit le fait que la fiabilité à apprécier est celle d'un produit remplissant une fonction définie.

Le niveau des connaissances et le degré de compréhension disponibles pour aborder ces différents points sont très variables. Chaque sujet est considéré dans une section distincte.

On n'oubliera pas que plusieurs autres facteurs ont une influence sur la fiabilité des connecteurs. Nous citerons parmi ces facteurs:

- a) le procédé de fabrication du connecteur;
- b) les procédures d'assemblage ou de mise en oeuvre de l'équipementier;
- c) les utilisations abusives ou inadéquates par l'utilisateur final.

Bien que l'importance de ces facteurs liés à la mise en oeuvre, ou autres facteurs extrinsèques, ne puisse être niée, car ils peuvent être déterminants pour la fiabilité des connecteurs, ils sont éminemment variables, et leur prise en compte est difficile dans toute estimation de la fiabilité. C'est pourquoi le présent rapport est axé sur la fiabilité intrinsèque des connecteurs, la fiabilité liée à la conception et aux matériaux du connecteur lui-même, telle qu'elle est évaluée par les procédures définies précédemment. Cette fiabilité intrinsèque représente la meilleure fiabilité possible du connecteur; les facteurs extrinsèques se traduiront par une réduction de fiabilité.

## INTRODUCTION

The reliability of electronic assemblies depends on the reliability of the passive electrical connections between the active components, as well as on the reliability of the components themselves. There is a common perception that interconnections, specifically connectors, are a major source of failures, often of the "no fault found" variety, in electronic assemblies. Whether this perception is true is not the subject of this technical report, but connector reliability is a concern. Much of the increasing attention being given to reliability of electrical connectors focuses on the basic question of how the reliability of electrical contacts and connectors can be meaningfully determined.

The definition of reliability which will be assumed in this report is the following:

the probability of a product performing a specific function under defined operating conditions for a specified period of time.

Some factors which are to be taken into account in addressing this definition are the subject of this report. The reliability assessment methodology to be discussed centres on appropriate statistical analysis of test data, based on proper consideration of the following issues.

- a) The active degradation mechanisms are to be identified and categorized by their importance for the application.
- b) Appropriate environmental tests, with corresponding acceleration factors and exposures, are to be determined for these degradation mechanisms.
- c) The statistical approach to estimating reliability from the test data is to be agreed upon.
- d) An acceptance criterion appropriate for the application of interest is to be established.

Items a) and b) relate to the ability of the product to continue to perform its designated function under the degradation mechanisms it is subjected to in its operating environment. In addition, the need for an acceleration factor is fundamental to assessing the operating life of the product.

Item c) is necessary, since the reliability definition is based on probability which requires statistical treatment of appropriate data.

Finally, item d) reflects that fact that the reliability to be assessed is based on the product performing a defined function.

The level of knowledge and understanding available to address these issues varies appreciably. Each topic is considered in a separate section.

It is to be noted that there are a number of other factors which have an impact on connector reliability. Among these are:

- a) the connector manufacturing process;
- b) assembly/application procedures of the equipment manufacturer;
- c) abuse/misuse of the equipment by the end user.

While the importance of these application or extrinsic factors cannot be denied, and may well be the determinants of connector reliability, they are highly variable and, therefore, difficult to account for in any estimation of reliability. For that reason, this report will focus on intrinsic connector reliability, the reliability of the design/materials of the connector itself as evaluated by the procedures listed previously. This intrinsic reliability represents the greatest reliability which the connector can achieve; extrinsic factors will result in a reduction in reliability.

On notera également que, dans ce rapport, la méthode d'estimation de la fiabilité est sensiblement différente de celle reposant sur un taux de défaillance élémentaire susceptible d'être modifié par des facteurs spécifiques de la mise en oeuvre, comme par exemple dans la CEI 863 ou le MIL Handbook 217.

Ces deux méthodes sont liées par le taux de défaillance élémentaire qui pourrait être déterminé, grâce à un traitement statistique différent, à partir des mêmes résultats qui servent à apprécier la fiabilité par la méthode qui va être présentée. Les essais d'environnement et leur durée détermineraient les conditions normales servant à définir le taux de défaillance élémentaire. En outre, les facteurs de réduction utilisés dans la méthode des taux de défaillance peuvent, en principe, se déduire des mêmes données servant à déterminer les facteurs d'accélération dans la méthode statistique proposée.

La méthode recommandée dans le présent rapport a pour avantage que les conditions normales, les critères d'acceptation, et le traitement statistique sont explicitement définis pour la mise en oeuvre considérée. Ce n'est pas le cas lorsqu'on part d'un taux de défaillance élémentaire qui, le plus souvent, est mal défini et mal documenté.

Withdrawing

It is also to be noted that the approach to reliability estimation in this report differs significantly from that based on a base failure rate which is modified by application-specific factors as, for example, in IEC 863 or MIL Handbook 217.

The two approaches are related in that the base failure rate could be determined by a different statistical treatment from the same data which are used in assessing reliability by the method to be discussed. The test environments and exposures would determine the standard conditions which are defined for the base failure rate. In addition, the derating factors used in the failure rate approach can, in principle, be derived from the same data used to determine acceleration factors in the proposed statistical method.

The advantage of the approach recommended in this report is that the standard conditions, acceptance criteria, and statistical treatment are specifically defined for the application under consideration. This is in contrast to a base failure rate starting point which is frequently poorly defined and documented.

Withdrawn