

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60319**

Troisième édition  
Third edition  
1999-09

---

---

**Présentation et spécification des données  
de fiabilité pour les composants électroniques**

**Presentation and specification of reliability data  
for electronic components**

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60319:1999

## 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.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60319**

Troisième édition  
Third edition  
1999-09

---

---

**Présentations et spécifications des données  
de fiabilité pour les composants électroniques**

**Presentation and specification of reliability data  
for electronic components**

© IEC 1999 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 photo-copie 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

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
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 .....   | 6     |
| Articles   |       |
| 1 Domaine d'application .....  | 8     |
| 2 Références normatives.....   | 8     |
| 3 Définitions.....   | 8     |
| 4 Prescriptions pour la présentation des données de fiabilité .....        | 8     |
| 4.1 Généralités .....  | 8     |
| 4.2 Identification des composants soumis aux essais .....                  | 10    |
| 4.3 Technologie utilisée pour le composant .....                           | 10    |
| 4.4 Spécification électrique des composants .....                          | 10    |
| 4.5 Spécification environnementale des composants .....                    | 12    |
| 4.6 Méthode de prélèvement des échantillons de composants .....            | 12    |
| 4.7 Questions liées aux essais .....                                       | 12    |
| 4.8 Données concernant les défaillances.....                               | 12    |
| 5 Présentation des données de fiabilité .....                              | 14    |
| 5.1 Généralités .....  | 14    |
| 5.2 Présentation des données sous forme résumée.....                       | 14    |
| 5.3 Présentation des données détaillées .....                              | 16    |
| Annexe A (informative) Exemples pratiques de présentation des données..... | 20    |
| A.1 Exemple de rapport résumé .....  | 20    |
| A.2 Exemple de rapport détaillé.....                                       | 22    |
| Annexe B (informative) Techniques d'analyse des données.....               | 26    |
| B.1 Données brutes.....  | 26    |
| B.2 Méthodes graphiques .....  | 28    |
| B.3 Méthodes numériques .....  | 34    |

## CONTENTS

|  | Page |
|--|------|
| FOREWORD .....                                       | 5    |
| INTRODUCTION .....                                   | 7    |
| Clause   |      |
| 1 Scope .....  | 9    |
| 2 Normative references .....                         | 9    |
| 3 Definitions .....                                  | 9    |
| 4 Requirements for presenting reliability data ..... | 9    |
| 4.1 General.....                                     | 9    |
| 4.2 Identification of components tested .....        | 11   |
| 4.3 Component technology.....                        | 11   |
| 4.4 Electrical specification of components .....     | 11   |
| 4.5 Environmental specification of components .....  | 13   |
| 4.6 Method of selection of sample components .....   | 13   |
| 4.7 Test related issues.....                         | 13   |
| 4.8 Data on failures.....                            | 13   |
| 5 Presentation of reliability data.....              | 15   |
| 5.1 General.....                                     | 15   |
| 5.2 Presentation of summary data .....               | 15   |
| 5.3 Presentation of detailed data .....              | 17   |
| Annex A (informative) Examples of reports .....      | 21   |
| A.1 Example of a summary report .....                | 21   |
| A.2 Example of a detailed report .....               | 23   |
| Annex B (informative) Data analysis techniques ..... | 27   |
| B.1 Primary data .....                               | 27   |
| B.2 Graphical methods.....                           | 29   |
| B.3 Numerical methods.....                           | 35   |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## PRÉSENTATION ET SPÉCIFICATION DES DONNÉES DE FIABILITÉ POUR LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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, spécifications techniques, 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 de la 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 Norme internationale CEI 60319 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1978. Cette troisième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 56/665/FDIS | 56/671/RVD      |

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

Cette norme a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2004. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**PRESENTATION AND SPECIFICATION OF RELIABILITY DATA  
FOR ELECTRONIC COMPONENTS**
**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 specifications, 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.

International Standard IEC 60319 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1978. This third edition constitutes a technical revision.

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

|             |                  |
|-------------|------------------|
| FDIS        | Report on voting |
| 56/665/FDIS | 56/671/RVD       |

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2004. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

## INTRODUCTION

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices pour le recueil et la présentation des données liées à la fiabilité des composants électroniques. Il est admis qu'en suivant ces lignes directrices, la précision et le niveau d'affinement des rapports seront renforcés et que la qualité des articles contrôlés et de leurs éléments constitutifs pourra être améliorée. En outre, un tel effort facilitera l'échange des informations de fiabilité entre toutes les parties intéressées.

## INTRODUCTION

This International Standard provides guidance for the collection and presentation of data relating to the reliability of electronic components. It is considered that, if such guidance is followed, the accuracy and completeness of reporting are enforced and the quality of the monitored items and their parts can be improved. Moreover, such effort will facilitate the interchange of reliability information among all interested parties.

# PRÉSENTATION ET SPÉCIFICATION DES DONNÉES DE FIABILITÉ POUR LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices pour le recueil et la présentation des données nécessaires pour comprendre les caractéristiques de fiabilité d'un composant. Elle fournit également aux utilisateurs de composants des indications quant à la manière dont il convient qu'ils spécifient leurs prescriptions de fiabilité aux fabricants de composants. Elle ne fait pas de distinction entre les données concernant les défaillances ou le fonctionnement sans défaillances ni pannes.

Il est recommandé que de telles informations reposant sur la réalité, obtenues à partir d'essais en laboratoire, soient mises à la disposition des concepteurs de circuits et d'équipements pour leur permettre d'évaluer la fiabilité des circuits et des systèmes.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 61360-4:1997, *Types normalisés d'éléments de données avec plan de classification pour composants électriques – Partie 4: Collection de référence CEI des types normalisés d'éléments de données, des classes de composants et des termes*

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050(191) s'appliquent.

## 4 Prescriptions pour la présentation des données de fiabilité

### 4.1 Généralités

Dans la mesure du possible, il est recommandé d'obtenir les informations en utilisant des essais de fiabilité normalisés. Cependant, si certaines données prescrites n'existent pas, il convient de prendre des mesures pour les obtenir grâce à des essais conçus à cet effet.

Si c'est impossible, il est permis d'utiliser des estimations ou des données génériques provenant de dispositifs équivalents dans la mesure où ceci est indiqué dans la présentation des données.

# PRESENTATION AND SPECIFICATION OF RELIABILITY DATA FOR ELECTRONIC COMPONENTS

## 1 Scope

This International Standard gives guidance for the collection and presentation of data necessary to understand the reliability characteristics of a component. It also gives guidance to component users as to how they should specify their reliability requirements to component manufacturers. It makes no distinction between data on failures or operation without failures or faults.

Such factual information, derived from laboratory tests, should be available to the circuit and equipment designers to enable evaluation of the reliability of circuits and systems.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendment to or revisions of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 61360-4:1997, *Standard data element types with associated classification scheme for electric components – Part 4: IEC reference collection of standard data element types, component classes and terms*

## 3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the terms and definitions of IEC 60050(191) apply.

## 4 Requirements for presenting reliability data

### 4.1 General

Where possible, information should be obtained by the use of standard reliability tests. However, if some of the required data do not exist then steps should be taken to obtain them by the use of dedicated tests.

If this is not possible, then generic estimates or data from equivalent devices may be used assuming that this is stated in the data presentation.

Il convient que les données suivantes ou des données similaires soient fournies par le fabricant de composants ou demandées par l'utilisateur de composants: identification du composant, technologie utilisée pour le composant, spécification électrique, spécification environnementale, méthodes de prélèvement des échantillons de composants, questions liées aux essais, données concernant les défaillances.

## 4.2 Identification des composants soumis aux essais

### 4.2.1 Généralités

Il est recommandé que les informations fournies pour identifier les composants soient, dans la mesure du possible, conformes à la publication CEI correspondant au type de composant soumis à l'essai. En l'absence de publications CEI, il est recommandé d'utiliser d'autres spécifications de composants et d'indiquer la source de ces spécifications. Il convient de donner au moins les informations suivantes. Il convient de donner uniquement les informations applicables à un type particulier de composant.

### 4.2.2 Identification du composant

- a) Description du type de composant avec suffisamment de détails pour identifier de manière unique le type de composant, par exemple transistor V-MOS N-canaux. Lorsqu'elles sont disponibles, il convient de donner les références des spécifications.
- b) Référence de composant. Si elle est disponible, il est recommandé de donner une référence universelle, par exemple numéro de stock; à défaut il est permis de donner une référence spécifique au fabricant du composant.
- c) Nom du fabricant et lieu de fabrication. Le but de ces références est de permettre d'accéder à des informations plus détaillées si nécessaire.
- d) Date de fabrication ou numéro du lot ou autre identification relative à l'unité de production. Ces informations permettront, en cas de problème, de retrouver d'autres composants qui ont été produits au même moment que l'échantillon.
- e) Type de production du composant, par exemple échantillon de développement, pré-production, production de série, technologie confirmée.
- f) Dans la mesure du possible, il convient que des informations sur la conformité à d'autres normes reconnues soient données.

### 4.3 Technologie utilisée pour le composant

- a) Description de la technologie de base du composant, par exemple résistance à couche métallique.
- b) Description générale du procédé de production, par exemple épitaxie ionique.
- c) Informations sur l'emballage, par exemple plastique, soudure hermétique etc.
- d) Résistance thermique, par exemple  $R_{th,j-a}$ ,  $R_{th,j-c}$ .
- e) Complexité du circuit.
- f) Méthode de connexion, par exemple embouts, DIL, CMS.

### 4.4 Spécification électrique des composants

- a) Il est recommandé de fournir des informations appropriées sur les caractéristiques assignées. Ces références extraites des spécifications de composants applicables dépendent du type d'essai effectué. Par exemple, pour des essais de cycles de puissance, il convient de donner les caractéristiques assignées de dissipation de puissance.
- b) Il est recommandé de donner des informations sur tout déverminage que les composants qui doivent être soumis aux essais peuvent avoir subi. Il convient de donner les résultats d'un tel déverminage ou d'un tel rodage.

The following or similar data should be supplied by the component manufacturer or requested by the component user: component identification, component technology, electrical specification, environmental specification, methods for selection of sample components, test related issues, data on failures.

## 4.2 Identification of components tested

### 4.2.1 General

The information supplied to identify the components should be in accordance with the relevant IEC publication for the component type under test whenever possible. If IEC publications are not available, then other component specifications should be used and the source of the specifications stated. As a minimum, the following information should be given. Only information applicable to a particular component type should be supplied.

### 4.2.2 Component identification

- a) A description of the component type with sufficient details to uniquely identify the component type, for example N-channel V-MOS transistor. When available, specification numbers should be given.
- b) The component part number. If available, a universal part number, for example stock number, should be given; otherwise a part number specific to the component manufacturer may be given.
- c) Name of the manufacturer and place of manufacture. The purpose of these references is to allow access to more detailed information if required.
- d) The date of manufacture or lot number or other production batch related identification. This information will allow access to other components that were produced at the same time as the sample should a problem arise.
- e) The production status of the component, for example development sample, pre-production, standard production, mature technology.
- f) Information regarding compliance with other recognized standards should be given whenever possible.

### 4.3 Component technology

- a) A description of the basic component technology, for example metal film resistor.
- b) A general description of the production process, for example ion beam epitaxy.
- c) Packaging information, for example plastic, hermetic weld, etc.
- d) Thermal resistance, for example  $R_{th,j-a}$ ,  $R_{th,j-c}$ .
- e) Complexity of circuit.
- f) Method of termination, for example endcaps, DIL, SMD.

### 4.4 Electrical specification of components

- a) Relevant information about ratings and characteristics should be supplied. These references taken from the applicable component specifications will depend on the type of test performed. For example, if power cycling tests are performed then the ratings for power dissipation should be given.
- b) Information should be given about any pre-test screening the components to be tested may have undergone. The results of such screening should be given.

#### 4.5 Spécification environnementale des composants

Il convient de donner des informations concernant les conditions environnementales maximales auxquelles les composants peuvent résister, par exemple température, humidité, accélération.

#### 4.6 Méthode de prélèvement des échantillons de composants

Il convient de donner une description de la méthode de prélèvement des échantillons, par exemple à raison de 10 pièces par semaine pendant 10 semaines ou 100 pièces prélevées de manière aléatoire dans un lot de 10 000 pièces fournies.

#### 4.7 Questions liées aux essais

Chaque fois que possible, les conditions d'essais doivent être celles décrites dans les publications CEI applicables aux composants soumis aux essais. En l'absence de publications CEI, il est recommandé que d'autres spécifications d'essai soient utilisées et que la source de ces spécifications soit indiquée. Il est recommandé de fournir au moins les informations indiquées ci-dessous.

- a) La source des résultats, par exemple le service assurance qualité du fabricant.
- b) Une description des conditions d'essai utilisées, par exemple conditions électriques, mécaniques et environnementales. Il est recommandé que les conditions d'essai soient identifiées en indiquant les spécifications d'essai CEI ou autres applicables, lorsque cela est possible.
- c) Le nombre de composants soumis aux essais. Lorsqu'un composant est disponible avec différentes valeurs, par exemple résistances, condensateurs, il convient d'indiquer les valeurs essayées et la quantité pour chaque valeur.
- d) Une description de la caractéristique mesurée, par exemple résistance et les conditions de mesure. Lorsque les conditions de mesure sont données par des spécifications CEI ou autres, alors il convient de donner la référence de la spécification.
- e) Si plus d'une méthode de mesure des caractéristiques est autorisée, il convient de donner une description de la méthode utilisée. Il convient que cette description contienne toutes les précisions applicables.
- f) Il est recommandé d'indiquer la date de début des essais, la durée et les intervalles entre les mesures.
- g) Lorsqu'il y a un délai entre la fin de l'essai et le début des mesures, il convient d'indiquer le temps écoulé. Il est également recommandé d'indiquer les conditions de stockage pendant ce délai. Il convient également d'indiquer toute contrainte de conditionnement appliquée aux composants avant la mesure.

#### 4.8 Données concernant les défaillances

##### 4.8.1 Prescriptions générales

- a) Le nombre de défaillances observées, classées par conditions d'essai et par type de défaillance, par exemple modes de défaillance et tolérances de paramètres dépassées (voir 4.8.2 a)).
- b) Moments auxquels les défaillances sont survenues ou ont été vérifiées.
- c) Incidents particuliers en cours d'essai, par exemple ceux ayant pu affecter les résultats.
- d) Indication relative au mécanisme de défaillance, s'il est connu.
- e) Chaque fois que cela est possible, il convient de présenter les données des essais. Des méthodes de présentation de telles données sont indiquées à l'annexe B.
- f) Si des données d'essai ne sont pas retenues, il convient que ces données et les raisons pour lesquelles elles ne figurent pas dans la présentation des résultats soient indiquées séparément.

#### 4.5 Environmental specification of components

Information should be given regarding the maximum environmental conditions the components can withstand, for example temperature, humidity, acceleration.

#### 4.6 Method of selection of sample components

A description of the procedure of the sample selection should be given, for example drawn at a rate of 10 parts per week over a 10-week period or 100 pieces selected at random from a purchased lot of 10 000.

#### 4.7 Test related issues

The test conditions should be those described in the relevant IEC publications for the components under test whenever possible. If IEC publications are not available, then other test specifications should be used and the source of the specifications stated. The following minimum information should be supplied.

- a) The source of the results, for example the quality assurance department of the manufacturer.
- b) A description of the test conditions used, for example the electrical, mechanical and environmental conditions. The test conditions should be identified by quoting the relevant IEC or other test specifications where possible.
- c) The number of components under test. Where a component is available in a number of different values, for example resistors, capacitors, the values tested and the quantity of each value should be stated.
- d) A description of the characteristic measured, for example resistance, and the measuring conditions. Where the measurement conditions are specified by IEC or other specifications, then the specification number should be given.
- e) If more than one method of characteristic measurement is permissible then a description of the method used should be given. This description should contain all relevant details.
- f) The test start date, duration and measurement intervals should be stated.
- g) Where a delay exists between the cessation of the test and the commencement of measurements, then the time duration should be stated. The storage conditions during this delay should also be stated. Any conditioning stress applied to the components before measurement should also be stated.

#### 4.8 Data on failures

##### 4.8.1 General requirements

- a) The number of failures observed, categorized by test conditions and type of failure, for example failure modes and parameter tolerances exceeded (see 4.8.2 a)).
- b) The times at which the failures occurred or were verified.
- c) Special events during testing, for example events which might have affected the results.
- d) Statement about failure mechanism, if known.
- e) Data from tests should be presented whenever possible. Methods for presenting such data are given in annex B.
- f) If data from tests are discarded, these data and the reasons why they are not given in the presentation or results, should be given separately.

#### 4.8.2 Prescriptions complémentaires

a) Critères de défaillance

Les critères de défaillance pour les composants (pour les défaillances par dérives ainsi que pour les défaillances catastrophiques), sont normalement définis par les prescriptions données par la spécification à laquelle on fait référence dans le rapport d'essai. Il convient d'indiquer les critères de défaillance pour les composants qui ne sont pas donnés par la spécification de référence.

b) Cas où le taux de défaillance peut être supposé constant

Il est recommandé d'indiquer le temps d'essai des composants pendant lequel le taux de défaillance est supposé être constant.

c) Cas où le taux de défaillance ne peut pas être supposé constant

La durée totale d'essai peut être divisée en un certain nombre de périodes distinctes et les résultats pour chacune de ces périodes peuvent être évalués séparément. Il convient de donner les périodes de temps nécessaires qui doivent être distinguées et le nombre de défaillances qui surviennent pour chaque période. Si les résultats peuvent être représentés de manière satisfaisante par une fonction mathématique, il serait utile de présenter cette fonction, ainsi que la période pendant laquelle elle est applicable.

d) Influence des contraintes

Comme les taux de défaillance dépendent du type et de l'intensité de la contrainte, il est recommandé que toutes les données du taux de défaillance soient fournies avec les niveaux de contrainte appliqués. De plus, il peut être important de connaître la corrélation entre le taux de défaillance et la contrainte (température, puissance, vibration, etc.) et lorsque cela est possible, il convient de fournir l'énergie d'activation du mécanisme de défaillance. Par conséquent, il est recommandé de fournir séparément les valeurs de taux de défaillance obtenues à différents niveaux de contrainte.

### 5 Présentation des données de fiabilité

#### 5.1 Généralités

Il est essentiel que les fabricants de composants présentent les données de fiabilité pour les utilisateurs tant pour prendre les décisions concernant l'utilisation que pour prévoir les taux et les risques de défaillance. Il est recommandé de présenter les données sur les performances de fiabilité et la prévision de deux manières, sous une forme résumée et sous forme de rapport détaillé fournissant les données concernant les différents essais exécutés avec leurs résultats.

#### 5.2 Présentation des données sous forme résumée

Il convient que le rapport résumé contienne les détails d'identification du composant comme indiqués en 4.2 et 4.3. Il est recommandé de fournir une référence pour les informations demandées en 4.4, 4.5 et 4.6.

Il convient également de fournir une référence à l'information demandée en 4.7 ainsi que des informations complètes conformément à 4.8.

Il est essentiel que les fabricants de composants fournissent, sur les feuilles de données de composants, des données résumées sur les caractéristiques de fiabilité et les facteurs qui influent sur la prévision du taux de défaillance des composants. Un exemple pratique est donné à l'article A.1.

Il est essentiel que tous les fabricants de composants fournissent des données de fiabilité d'une manière concise. Il est recommandé que les utilisateurs n'aient pas à consulter plusieurs documents pour obtenir les données de base. Les données détaillées des essais de fiabilité doivent être fournies séparément.

#### 4.8.2 Additional requirements

a) Failure criteria

Failure criteria for the components (for degradation failures as well as for catastrophic failures), are normally defined by the requirements given by the specification to which reference is made in the test report. If failure criteria for the components are not given by the reference specification, they should be stated.

b) Failure rate which can be assumed to be constant

The test time of components during which the failure rate is assumed to be constant should be indicated.

c) Failure rate which cannot be assumed to be constant

The total test time can be divided into a number of separate periods and the results for each of these periods evaluated separately. The necessary time periods which have to be distinguished and the number of failures which occur during each time period should be given. If the results can be satisfactorily approximated by a mathematical function, it would be useful to present these functions, as well as the period during which they are applicable.

d) Influence of stresses

As failure rates are dependent on the type and the intensity of stress, all failure rate data should be presented with the applied stress levels. Furthermore, it can be important to know the correlation between failure rate and stress (temperature, power, vibration, etc.) and, where possible, the activation energy of the failure mechanism should be supplied. Therefore, failure rate values obtained at different stress levels should be supplied separately.

### 5 Presentation of reliability data

#### 5.1 General

It is essential for component manufacturers to present reliability data for users in order to make decisions on use as well as predict failure rates and risks. The data on reliability performance and prediction should be presented in two ways, in the form of a summary and of a detailed report providing data on the various tests performed and their results.

#### 5.2 Presentation of summary data

The summary report should contain component identification details as given in 4.2 and 4.3. A reference should be supplied for the information required by 4.4, 4.5 and 4.6.

A reference to the information required in 4.7 should also be provided and full information as required by 4.8 should be given.

It is essential that the component manufacturers provide summary data on reliability characteristics and factors affecting the failure rate prediction of the components in the component data sheets. A practical example is given in clause A.1.

It is essential for all component manufacturers to provide reliability data in a concise fashion. It should not be necessary for users to look at several documents to get the basic data. Detailed reliability test data are to be provided separately.

## 5.3 Présentation des données détaillées

### 5.3.1 Généralités

En complément des informations présentées dans un rapport résumé, des informations plus détaillées sur la fiabilité sont souvent disponibles. Il est recommandé de présenter ces informations de la manière décrite ci-dessous.

Il convient que le rapport détaillé contienne toutes les informations données dans le rapport résumé et des prescriptions de qualification de processus, des méthodes et des conditions d'essai, des taux de défaillance, des données de processus de production et des données concernant le boîtier/l'encapsulation.

Un modèle à remplir couvrant les données les plus intéressantes comme base pour les prévisions de fiabilité est présenté en deux parties différentes:

- informations générales;
- informations spécifiques à un type de composant.

La partie informations générales contient les informations nécessaires pour tous les types de composants et il convient qu'elle contienne les prescriptions de qualification de processus, les méthodes et les conditions d'essai, les taux de défaillance, les données de processus de production et les données concernant le boîtier/l'encapsulation. Les informations spécifiques à un type de composant sont couvertes par la seconde partie où sont indiqués les paramètres les plus importants pour la fiabilité. Un exemple pratique est donné à l'article A.2.

### 5.3.2 Informations générales

#### a) Identification

Informations concernant le composant soumis aux essais, comme indiqué en 4.2.

#### b) Prescriptions de qualification

On indique dans cette rubrique les prescriptions et les critères d'acceptation.

Les données demandées dans ce paragraphe comprennent

- le type des essais accomplis;
- les essais censurés/non censurés. Dans le cas d'essais censurés, stipuler s'il s'agit d'essais censurés par une défaillance ou par le temps;
- nombre de lots soumis aux essais et méthode de prélèvement (aléatoire ou autre);
- taille d'échantillon d'essai; indiquer le nombre d'acceptations/rejets.

#### c) Méthodes et conditions d'essai appliquées

Il convient de donner des informations complètes comme décrit en 4.7. Les données ou informations suivantes sont nécessaires:

- origine des résultats;
- description des conditions d'essai;
- nombre de composants soumis aux essais;
- description des caractéristiques;
- méthode de mesure;
- date de début des essais, durée, intervalles de mesure et retards.

#### d) Données concernant le processus de fabrication

Données liées à la fiabilité utiles pour la prévision. Les facteurs déterminants concernant le processus de fabrication des composants électroniques sont essentiellement

- la technologie de composant;
- processus, méthode et efficacité de sélection;
- résultats d'analyse de défaillance.

### 5.3 Presentation of detailed data

#### 5.3.1 General

In addition to the information presented in a summary report, more detailed reliability information is often available. This information should be presented in the manner described below.

The detailed report should contain all information given in the summary report and process qualification requirements, test methods and conditions, failure rates, production process data, and package/encapsulation data.

A fill-in format covering the most interesting data as a base for reliability predictions is presented in two different parts:

- general information;
- component type specific information.

The general information part contains information needed for all kinds of components and should contain process qualification requirements, test methods and conditions, failure rates, production process data and package/encapsulation data. Component type specific information is covered by the second part where the most important parameters affecting the reliability are listed. A practical example is given in clause A.2.

#### 5.3.2 General information

##### a) Identification

Information on the component being tested, as in 4.2.

##### b) Qualification requirements

Under this heading, requirements and acceptance criteria are given.

Data required in this subclause include

- type of tests accomplished;
- censored/non-censored tests. If censored, state whether they are failure or time censored;
- number of lots tested and selection method (random or other);
- sample size of test; the accept/reject numbers to be stated.

##### c) Test methods and conditions applied

Full information as described in 4.7 should be given. The following data or information is required:

- source of the results;
- description of test conditions;
- number of components under test;
- description of characteristics;
- method of measurement;
- test start date, duration, measurement intervals and delays.

##### d) Manufacturing process data

Reliability related data useful for prediction purposes. Factors of interest on the manufacturing process of the electronic component are mainly

- component technology;
- screening process, method and effectiveness;
- failure analysis results.

e) Données concernant le boîtier/l'encapsulation

Pour identifier les facteurs influencés par la faiblesse ou la résistance du boîtier du composant, des informations sont nécessaires concernant

- les limites physiques;
- la construction;
- les caractéristiques thermiques (résistance thermique, jonction-boîtier, jonction-milieu ambiant).

f) Informations relatives aux défaillances

Il convient de donner les résultats de l'analyse des défaillances.

Les taux de défaillance trouvés seront indiqués de préférence en défaillances par  $10^9$  heures<sup>1)</sup> de fonctionnement. La valeur de 60 % est souvent utilisée comme niveau de confiance supérieur pour les taux de défaillance.

Dans tous les cas, il convient d'indiquer la durée moyenne de vie, la distribution des défaillances et l'influence de la réduction de charge. Pour les composants à vie limitée, il convient de suggérer des modèles appropriés, par exemple distribution de Weibull. Il convient d'indiquer les modes de défaillance avec leur occurrence en pourcentage. Il convient que les mécanismes de défaillance identifiés soient indiqués avec leurs énergies d'activation associée ainsi que les plages de température.

Il convient que les données obtenues d'après les essais de fiabilité soient présentées en utilisant des méthodes graphiques lorsque cela est possible. Des techniques pour analyser de telles données et les convertir graphiquement sont données à l'annexe B. Les techniques de diagrammes de dispersion, de graphiques de probabilité, de représentations des percentiles sont recommandées. L'annexe B contient également des méthodes de présentation de données sous forme de tableaux et produisant des tableaux statistiques.

### 5.3.3 Informations spécifiques à un composant nécessaires

Des exemples d'informations spécifiques pour différents types de composants peuvent être trouvés dans la CEI 61360-4.

---

1)  $10^{-9} \text{ h}^{-1}$  est égal à 1 FIT.

e) Package/encapsulation data

To identify factors influenced by weakness or strength of the component package, information is needed on

- physical outline;
- construction;
- thermal characteristics (thermal resistance, junction-case, junction-ambient).

f) Failure information

Failure analysis results are to be provided.

Failure rates found will preferably be stated in failures per  $10^9$  hours<sup>1)</sup> of operation. The value of 60 % is often used as the upper confidence level for failure rates.

In all cases, mean lifetime, failure distribution and the influence of derating should be stated. For life-limited components, an appropriate model should be suggested, for example Weibull distribution. Failure modes should be stated with percentage occurrence. Identified failure mechanisms should be stated with their associated activation energies and temperature ranges.

Data obtained from reliability tests should be presented using graphical methods whenever possible. Techniques for analysing such data and converting them to graphical form are given in annex B. The techniques of scatter diagrams, probability charts and percentile plots are recommended. Annex B also contains methods for presenting data in tabular form and producing statistical tables.

### 5.3.3 Component specific information needed

Examples of the specific information required for different component types can be found in IEC 61360-4.

---

1)  $10^{-9} \text{ h}^{-1}$  equals 1 FIT.

## Annexe A (informative)

### Exemples pratiques de présentation des données

#### A.1 Exemple de rapport résumé

##### Identification

|                     |   |
|---------------------|---|
| Type:               | Spécification de microprocesseur: CE90110 |
| Référence:          | 123456                                    |
| Fabricant:          | XMAX, Singapour                           |
| Date:               | 6 <sup>ème</sup> semaine de 1996          |
| Lot:                | S5678                                     |
| Type de production: | Production de série; conforme à CE90110   |

##### Technologie

|  |  |
|--|--|
| Technologie de composant:  | HCMOS (Semi-conducteur à oxyde métallique complémentaire à haute densité), métallisation de TiW-AlCu-TiW |
| Production:  | Procédé normalisé 1,5 µm, métal à simple niveau  |
| Encapsulation:   | Boîtier japonais plat à quatre rangées en plastique 160 broches  |
| Terminaison:   | Pas de sortie EIAJ 0,65  |
| <b>Spécification électrique:</b>                                   | CEI 4×   |
| <b>Spécification environnementale:</b>                             | CEI 4×   |
| <b>Conditions de stockage:</b>                                     | Stocké à l'abri des décharges électrostatiques   |
| <b>Méthode de prélèvement des échantillons:</b>                    | Aléatoire dans la production d'une semaine   |
| <b>Conditions d'essai:</b>   |  |
| Nombre de lots prélevés de manière aléatoire:                      | 3  |
| Taille de lot (HTOL, THB)  | 300  |
| Taille de l'échantillon prélevé de manière aléatoire par lot testé |  |

Selon les spécifications du fabricant ayant fait l'objet d'un accord avec l'utilisateur; 100 composants soumis aux essais; essai de fonctionnement complet comme décrit par le fabricant; essai commencé le 1 mars 1995, durée trois mois; intervalle de mesure une semaine; pas de retards.

##### Informations de défaillance

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Nombre de défaillances:              | 3   |
| Modes de défaillance:                | Défaillance complète de fonctionnement (3 cas)                        |
| Taux de défaillance:                 | $52 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ à température de jonction de 75 °C |
| $E_a$ :                              | 0,7 eV  |
| UCL (niveau de confiance supérieur): | 60 %  |

## Annex A (informative)

### Examples of reports

#### A.1 Example of a summary report

##### Identification

|               |   |
|---------------|---|
| Type:         | Microprocessor specification: CE90110           |
| Part number:  | 123456  |
| Manufacturer: | XMAX, Singapore                                 |
| Date:         | 6th week of 1996                                |
| Lot:          | S5678   |
| Status:       | Standard production part; complies with CE90110 |

##### Technology

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Component technology: | HCMOS (High-density complementary metal oxide semiconductor), metallization of TiW-AlCu-TiW |
| Production:           | Standard 1,5 µm process, single-level metal   |
| Packaging:            | 160 pin plastic Japanese quad flat package  |
| Termination:          | EIAJ standard 0,65 lead pitch   |

**Electrical specification:** IEC 4×

**Environmental specification:** IEC 4×

**Storage conditions:** Stored in ESD safe conditions

**Methods of sample selection:** Random from one week's production

##### Test conditions:

|   |     |
|---|-----|
| Number of lots randomly selected for testing: | 3   |
| Lot size (HTOL, THB)                          | 300 |
| Random sample size per lot tested             |     |

According to the manufacturer's specification agreed with the user; 100 components under test; fully functional test as described by the manufacturer; test started 1 March 1995, three-month duration; measurement interval one week; no delays encountered

##### Failure information

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Number of failures:           | 3  |
| Failure modes:                | Full functional failure (3 cases)                                |
| Failure rate:                 | $52 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ at junction temperature 75 °C |
| $E_a$ :                       | 0,7 eV   |
| UCL (upper confidence level): | 60 %   |

## A.2 Exemple de rapport détaillé

### Identification

|                     |   |
|---------------------|---|
| Type:               | Microprocesseur                         |
| Spécification:      | CE90110                                 |
| Référence:          | 123456                                  |
| Fabricant:          | XMAX, Singapour                         |
| Date:               | 6 <sup>ème</sup> semaine de 1996        |
| Lot:                | S5678                                   |
| Type de production: | Production de série; conforme à CE90110 |

### Technologie

|                |   |
|----------------|---|
| Matériau:      | HC MOS (Semi-conducteur à oxyde métallique Complémentaire à haute densité) TiW-AlCu-TiW |
| Production:    | Procédé normalisé 1,5 µm, métal à simple niveau   |
| Encapsulation: | Boîtier japonais plat à quatre rangées en plastique 160 broches                         |
| Terminaison:   | Pas de sortie EIAJ 0,65   |

### Spécification électrique:

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Spécification électrique:       | CEI 4x |
| Spécification environnementale: | CEI 4x |

### Conditions d'essai:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Conditions d'essai:                | Selon les spécifications du fabricant ayant fait l'objet d'un accord avec l'utilisateur et les données de prescriptions de qualification |
| Essais environnementaux réalisés:  | HTOL, 85 °C/85 % RH  |
| Essais liés au processus réalisés: | ESD, verrouillage, électron chaud, intégrité de l'oxyde de la grille, électromigration   |

Nombre de lots prélevés de manière aléatoire:

3

Taille de lot (HTOL, THB):

300

Cycle temp., thermique:

150

Critères d'acceptations/de rejets

|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| - Essais environnementaux:           | 1/2                        |
| - ESD:                               | 0/1                        |
| - Verrouillage:                      | >100 mA                    |
| - Electron chaud:                    | Tension de seuil >50 mV    |
| - Intégrité de l'oxyde de la grille: | Rupture de l'oxyde >100 µA |
| - Electromigration:                  | ΔR/R < 30 %                |

### Données sur les méthodes et conditions d'essai

| Essai          | Durée         | Conditions     | Norme             |
|----------------|---------------|----------------|-------------------|
| HTOL           | 1 000 h       | 125 °C, 5,5 V  | MIL 883 méth 1005 |
| THB            | 1 000 h       | 85 °C, 85 % RH | JEDEC 22B, A101   |
| Cycles temp.   | 1 000 cycles, | -65/+150 °C    | MIL 883 méth 1010 |
| Choc thermique | 1 000 cycles  | -65/+150 °C    | MIL 883 méth 1011 |

Les points de lecture sont: 168, 500, 1 000 h et 250, 500, 1 000 cycles.

## A.2 Example of a detailed report

### Identification

|                |   |
|----------------|---|
| Type:          | Microprocessor                                  |
| Specification: | CE90110   |
| Part Number:   | 123456  |
| Manufacturer:  | XMAX, Singapore                                 |
| Date:          | 6th week of 1996                                |
| Lot:           | S5678   |
| Status:        | Standard production part; complies with CE90110 |

### Technology

|              |   |
|--------------|---|
| Material:    | HCMOS (High-density complementary metal oxide semiconductor) TiW-AlCu-TiW |
| Production:  | Standard 1,5 µm process, single-level metal                               |
| Packaging:   | 160 pin plastic Japanese quad flat package                                |
| Termination: | EIAJ standard 0,65 lead pitch   |

**Electrical specification:** IEC 4×

Environmental specification: IEC 4×

**Test conditions:** According to the manufacturer's specification agreed with the user qualification requirements data

Environmental tests accomplished: HTOL, 85 °C/85 % RH

Process-related tests accomplished: ESD, latch-up, hot electron, gate oxide integrity, electromigration

Number of lots randomly selected: 3

Lot size (HTOL, THB): 300

Temperature cycle, thermal: 150

Accept/Reject criteria

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| – Environmental tests:  | 1/2                      |
| – ESD:                  | 0/1                      |
| – Latch-up:             | >100 mA                  |
| – Hot electron:         | Threshold voltage >50 mV |
| – Gate oxide integrity: | Oxide break >100 µA      |
| – Electromigration:     | $\Delta R/R < 30 \%$     |

### Data on test methods and conditions

| <u>Test</u>                   | <u>Duration</u> | <u>Conditions</u> | <u>Standard</u>     |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| High. temp. oper. life (HTOL) | 1 000 h         | 125 °C, 5,5 V     | MIL 883 method 1005 |
| Temp. hum. with bias (THB)    | 1 000 h         | 85 °C, 85 % RH    | JEDEC 22B, A101     |
| Temp. cycling                 | 1 000 cycles,   | –65/+150 °C       | MIL 883 method 1010 |
| Thermal shock                 | 1 000 cycles    | –65/+150 °C       | MIL 883 method 1011 |

Reading points are: 168, 500, 1 000 h and 250, 500, 1 000 cycles.

### Données de processus de fabrication

Technologie HCMOS, HDR15, 1,5 µm, métal à simple niveau  
TIW-AICu-TiW

Sélection en 24 h, 7,0 V

Résultats de l'analyse de défaillance:

| <u>ESSAI</u>   | <u>Lecture</u> | <u>Conclusion</u>                                  |
|----------------|----------------|--|
| HTOL           | 168 h          | Oxyde en couche mince                              |
|                | 168 h          | Contamination                                      |
|                | 500 h          | Poly court-circuit dû à photorésistante carbonisée |
| THB: 85/85     | 168 h          | Corrosion  |
| Choc thermique | 100 cycles     | Particule métallique provoquant le court-circuit   |

### Données sur le boîtier/l'encapsulation

Dimensions Boîtier japonais plat à quatre rangées plastique 160 broches

Construction Pas de sortie EIAJ 0,65

Caractéristiques therm. RTH j-a = 30 K/W, RTH j-c = 7 K/W

### Informations sur les défaillances

Nombre de défaillances: 3

Modes de défaillance: Défaillance complète de fonctionnement (3 cas)

Taux de défaillance:  $52 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$  à température de jonction de 75 °C

$E_a$ : 0,7 eV

UCL: 60 %

**Data on manufacturing process**

Technology HCMOS, HDR15, 1,5  $\mu\text{m}$ , single-level metal TiW-AlCu-TiW  
 Screening Burn-in 24 h, 7,0 V

Failure analysis results:

| <u>TEST</u>   | <u>Reading</u> | <u>Conclusion</u>                            |
|---------------|----------------|--|
| HTOL          | 168 h          | Thin film oxide                              |
|               | 168 h          | Contamination                                |
|               | 500 h          | Poly short due to carbonized photoresistance |
| THB: 85/85    | 168 h          | Corrosion                                    |
| Thermal shock | 100 cycles     | Metal particle causing short                 |

**Package/encapsulation data**

Outline 160 pin plastic Japanese quad flat package  
 Construction EIAJ standard, 0,65 lead pitch  
 Thermal characteristics RTH j-a = 30 K/W, RTH j-c = 7 K/W

**Failure information**

Number of failures: 3  
 Failure modes: Full functional failure (3 cases)  
 Failure rate:  $52 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$  at junction temperature 75 °C  
 $E_a$ : 0,7 eV  
 UCL (upper confidence level): 60 %

## Annexe B (informative)

### Techniques d'analyse des données

#### B.1 Données brutes

Les données brutes comprennent, pour chaque dispositif essayé, des mesures d'une caractéristique du composant obtenues soit à des instants donnés, soit après un nombre donné d'opérations ou de cycles.

Le tableau B.1 montre, par un exemple, l'effet d'un essai d'endurance sur le gain de 50 transistors planars au silicium.

**Tableau B.1 – Données brutes (exemple)**

| Com-<br>posant<br>N° | Gain des composants individuels<br>aux temps suivants |       |       |       |         | Com-<br>posant<br>N° | Gain des composants individuels<br>aux temps suivants |       |       |       |         |
|----------------------|---|-------|-------|-------|---------|----------------------|---|-------|-------|-------|---------|
|                      | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |                      | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
| 1                    | 68  | 65    | 59    | 63    | 62      | 26                   | 52  | 51    | 46    | 49    | 49      |
| 2                    | 118   | 98    | 77    | 50    | 37      | 27                   | 93  | 93    | 83    | 95    | 97      |
| 3                    | 59  | 53    | 50    | 53    | 52      | 28                   | 64  | 59    | 54    | 58    | 58      |
| 4                    | 77  | 69    | 62    | 65    | 63      | 29                   | 54  | 52    | 49    | 51    | 52      |
| 5                    | 67  | 64    | 58    | 62    | 61      | 30                   | 112   | 126   | 108   | 125   | 130     |
| 6                    | 85  | 85    | 75    | 83    | 83      | 31                   | 101   | 99    | 84    | 94    | 100     |
| 7                    | 130   | 108   | 92    | 107   | 107     | 32                   | 82  | 77    | 68    | 75    | 75      |
| 8                    | 106   | 113   | 97    | 111   | 110     | 33                   | 93  | 114   | 94    | 110   | 113     |
| 9                    | 74  | 72    | 64    | 69    | 68      | 34                   | 107   | 104   | 90    | 101   | 103     |
| 10                   | 83  | 87    | 82    | 89    | 88      | 35                   | 89  | 87    | 77    | 84    | 84      |
| 11                   | 74  | 74    | 72    | 65    | 71      | 36                   | 104   | 101   | 87    | 98    | 99      |
| 12                   | 115   | 100   | 85    | 91    | 90      | 37                   | 78  | 79    | 70    | 76    | 78      |
| 13                   | 68  | 58    | 52    | 56    | 56      | 38                   | 95  | 84    | 74    | 81    | 81      |
| 14                   | 86  | 95    | 84    | 96    | 97      | 39                   | 56  | 56    | 511   | 55    | 55      |
| 15                   | 73  | 66    | 58    | 62    | 62      | 40                   | 58  | 44    | 40    | 40    | 40      |
| 16                   | 62  | 62    | 56    | 61    | 60      | 41                   | 52  | 51    | 47    | 50    | 50      |
| 17                   | 62  | 62    | 56    | 61    | 60      | 42                   | 71  | 70    | 63    | 67    | 67      |
| 18                   | 73  | 72    | 66    | 72    | 73      | 43                   | 54  | 53    | 49    | 52    | 52      |
| 19                   | 50  | 46    | 42    | 44    | 43      | 44                   | 63  | 54    | 49    | 52    | 52      |
| 20                   | 54  | 52    | 47    | 50    | 50      | 45                   | 125   | 105   | 90    | 103   | 102     |
| 21                   | 62  | 51    | 46    | 49    | 49      | 46                   | 70  | 67    | 60    | 64    | 65      |
| 22                   | 106   | 99    | 85    | 94    | 94      | 47                   | 65  | 61    | 56    | 59    | 60      |
| 23                   | 55  | 53    | 49    | 52    | 52      | 48                   | 60  | 59    | 53    | 57    | 58      |
| 24                   | 64  | 61    | 54    | 59    | 58      | 49                   | 53  | 52    | 48    | 50    | 50      |
| 25                   | 83  | 80    | 71    | 77    | 80      | 50                   | 58  | 54    | 49    | 51    | 50      |

## Annex B (informative)

### Data analysis techniques

#### B.1 Primary data

The primary data comprise, for each item tested, measurements of a component characteristic obtained at sequential points of time or number of operations or cycles.

Table B.1 shows, by way of an example, the effect of an endurance test upon the gain of 50 silicon planar transistors.

**Table B.1 – Primary data (example)**

| Component No. | Gain of individual parts at the following times |       |       |       |         | Component No. | Gain of individual parts at the following times |       |       |       |         |
|---------------|---|-------|-------|-------|---------|---------------|---|-------|-------|-------|---------|
|               | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |               | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
| 1             | 68  | 65    | 59    | 63    | 62      | 26            | 52  | 51    | 46    | 49    | 49      |
| 2             | 118   | 98    | 77    | 50    | 37      | 27            | 93  | 93    | 83    | 95    | 97      |
| 3             | 59  | 53    | 50    | 53    | 52      | 28            | 64  | 59    | 54    | 58    | 58      |
| 4             | 77  | 69    | 62    | 65    | 63      | 29            | 54  | 52    | 49    | 51    | 52      |
| 5             | 67  | 64    | 58    | 62    | 61      | 30            | 112   | 126   | 108   | 125   | 130     |
| 6             | 85  | 85    | 75    | 83    | 83      | 31            | 101   | 99    | 84    | 94    | 100     |
| 7             | 130   | 108   | 92    | 107   | 107     | 32            | 82  | 77    | 68    | 75    | 75      |
| 8             | 106   | 113   | 97    | 111   | 110     | 33            | 93  | 114   | 94    | 110   | 113     |
| 9             | 74  | 72    | 64    | 69    | 68      | 34            | 107   | 104   | 90    | 101   | 103     |
| 10            | 83  | 87    | 82    | 89    | 88      | 35            | 89  | 87    | 77    | 84    | 84      |
| 11            | 74  | 74    | 72    | 65    | 71      | 36            | 104   | 101   | 87    | 98    | 99      |
| 12            | 115   | 100   | 85    | 91    | 90      | 37            | 78  | 79    | 70    | 76    | 78      |
| 13            | 68  | 58    | 52    | 56    | 56      | 38            | 95  | 84    | 74    | 81    | 81      |
| 14            | 86  | 95    | 84    | 96    | 97      | 39            | 56  | 56    | 511   | 55    | 55      |
| 15            | 73  | 66    | 58    | 62    | 62      | 40            | 58  | 44    | 40    | 40    | 40      |
| 16            | 62  | 62    | 56    | 61    | 60      | 41            | 52  | 51    | 47    | 50    | 50      |
| 17            | 62  | 62    | 56    | 61    | 60      | 42            | 71  | 70    | 63    | 67    | 67      |
| 18            | 73  | 72    | 66    | 72    | 73      | 43            | 54  | 53    | 49    | 52    | 52      |
| 19            | 50  | 46    | 42    | 44    | 43      | 44            | 63  | 54    | 49    | 52    | 52      |
| 20            | 54  | 52    | 47    | 50    | 50      | 45            | 125   | 105   | 90    | 103   | 102     |
| 21            | 62  | 51    | 46    | 49    | 49      | 46            | 70  | 67    | 60    | 64    | 65      |
| 22            | 106   | 99    | 85    | 94    | 94      | 47            | 65  | 61    | 56    | 59    | 60      |
| 23            | 55  | 53    | 49    | 52    | 52      | 48            | 60  | 59    | 53    | 57    | 58      |
| 24            | 64  | 61    | 54    | 59    | 58      | 49            | 53  | 52    | 48    | 50    | 50      |
| 25            | 83  | 80    | 71    | 77    | 80      | 50            | 58  | 54    | 49    | 51    | 50      |

La présentation contient toutes les informations disponibles d'un essai d'endurance à partir des mesures de chaque composant essayé. C'est la base de toutes les méthodes numériques et graphiques de présentation pour l'analyse d'une dérive, ainsi que cela est décrit ci-après. Le plus souvent, les mesures ne sont pas fournies sous forme de tableau, mais plutôt traitées par des convertisseurs analogiques numériques dont les signaux de sortie sont des données permettant l'utilisation d'un ordinateur pour l'évaluation numérique et graphique. Lorsque le nombre de spécimens essayés est élevé, le tableau devient trop complexe pour que l'on puisse avoir facilement une idée globale des variations des caractéristiques des composants.

## B.2 Méthodes graphiques

Les méthodes graphiques sont généralement plus faciles à interpréter que les tableaux de chiffres. Elles donnent la distribution ou la relation entre les mesures et le temps d'un seul coup d'oeil et permettent d'estimer les valeurs moyennes et le type de distribution ainsi qu'une extrapolation en fonction du temps sans aucun effort mathématique.

### B.2.1 Diagramme de dispersion

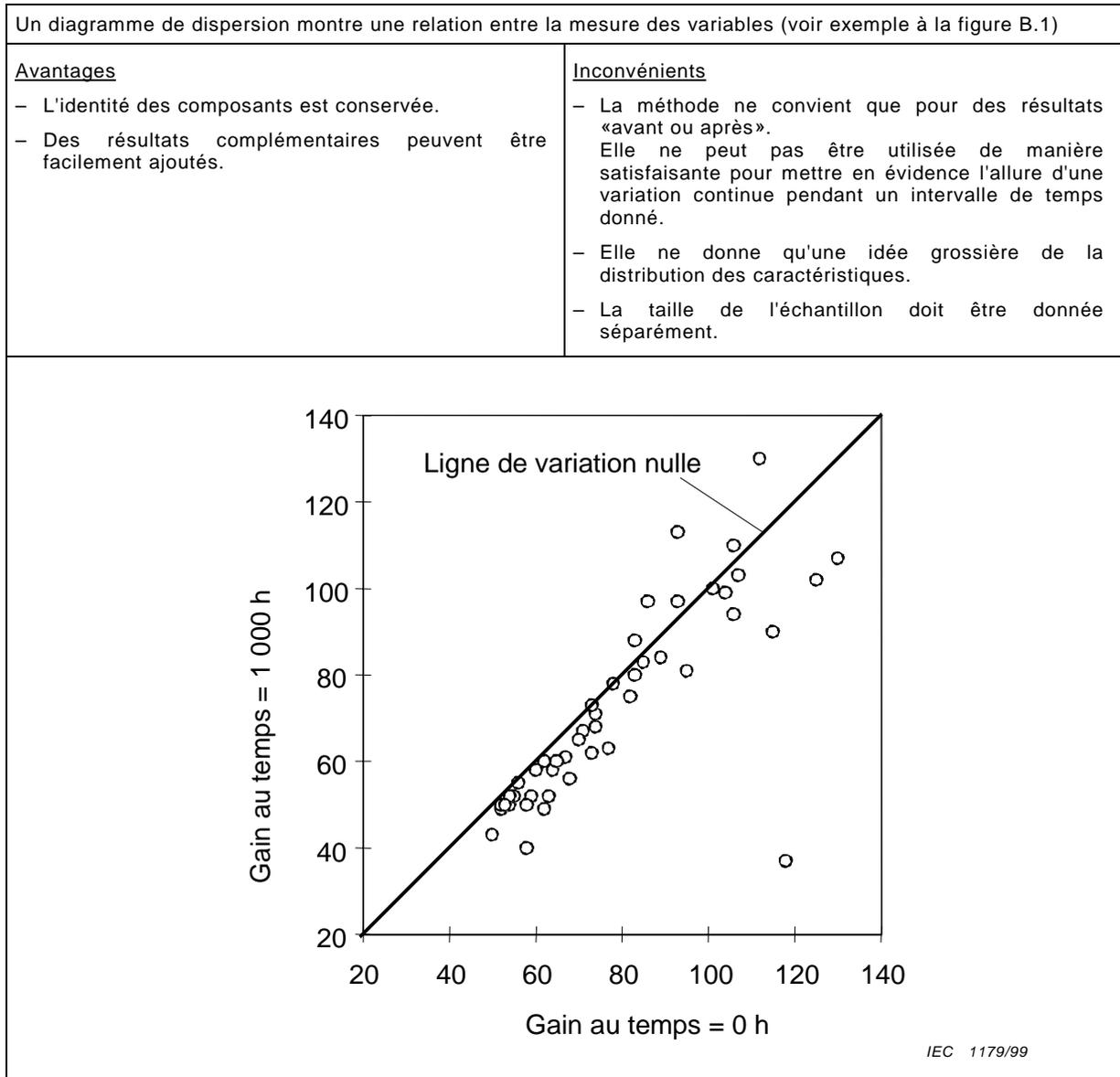


Figure B.1 – Diagramme de dispersion (exemple)

The presentation contains the full information available of an endurance test through measurements of each component tested. It is the basis for all numerical and graphical methods of presentation of drift behaviour described hereinafter. Frequently, measurements are not provided in the form of a table, but rather processed by analogue-to-digital converters whose outputs are data that will permit the use of a computer for numerical and graphical evaluation. Where the number of specimens tested is large, the table becomes too complex to conveniently provide an overall view of changes in component characteristics.

## B.2 Graphical methods

Graphical methods are generally more illustrative than tabulated numbers. They give the distribution or time dependence of measurements at a glance and permit the assessment of mean values and type of distribution, as well as extrapolation of a time dependence without any mathematical effort.

### B.2.1 Scatter diagram

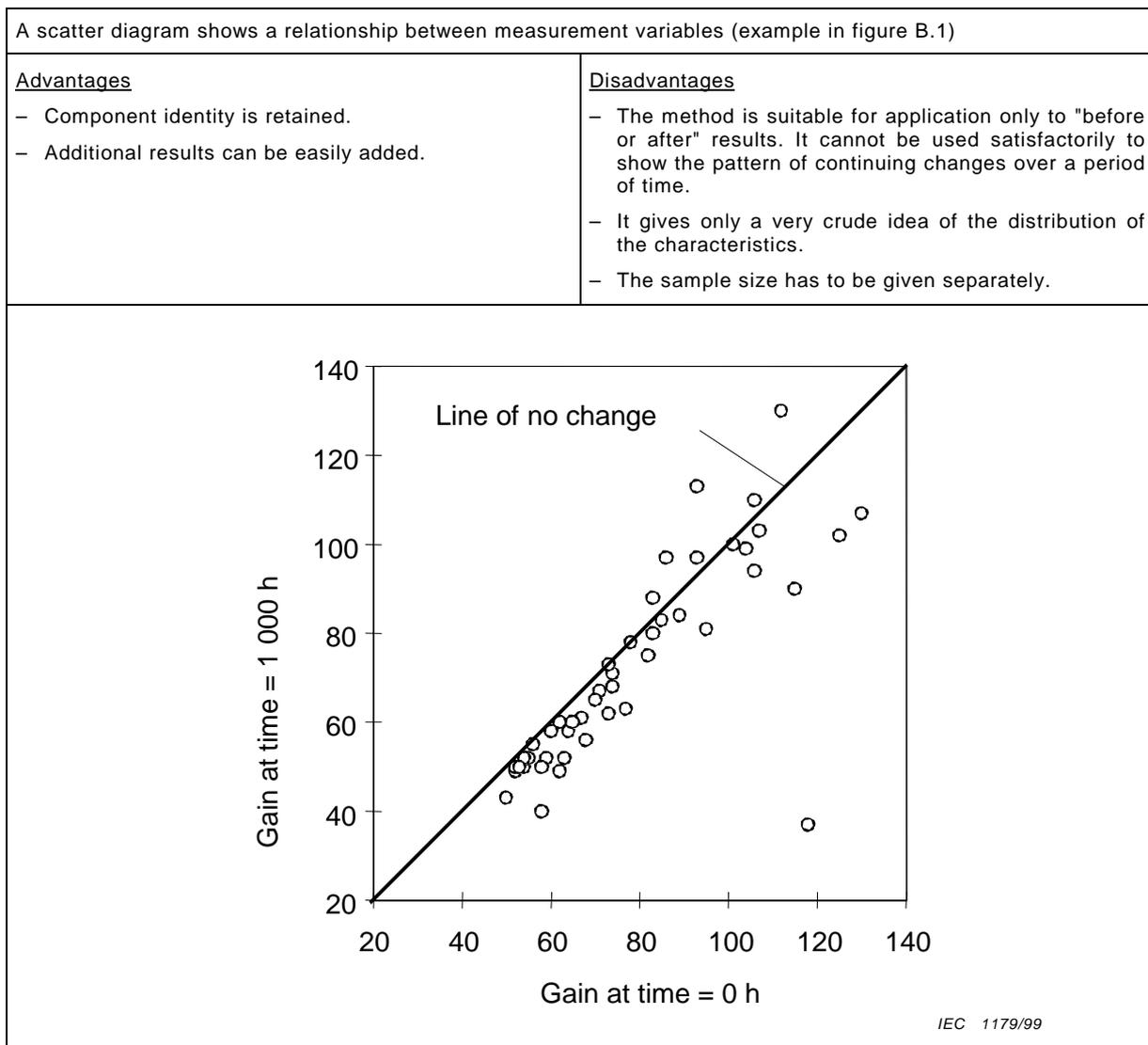


Figure B.1 – Scatter diagram plot (example)

### B.2.2 Graphiques de probabilités

|  |   |
|--|---|
| <p>Papier graphique avec échelle selon un axe permettant qu'une fonction de distribution donnée puisse être représentée comme une droite par rapport à la variable représentée en abscisse (exemple à la figure B.2).</p>  |   |
| <p><b>Avantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette méthode montre clairement l'importance de l'écart de la distribution des caractéristiques (par exemple distribution Weibull) par rapport à la distribution normale ainsi que la façon dont elle évolue dans le temps.</li> <li>- Elle convient pour des échantillons de toutes tailles (<math>n \geq 5</math>). Les résultats provenant de très grands échantillons peuvent être aisément présentés.</li> </ul> | <p><b>Inconvénients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'identité de chaque composant est perdue.</li> <li>- Des résultats supplémentaires ne peuvent pas être ajoutés.</li> <li>- La méthode ne convient que pour des résultats «avant et après».</li> <li>- Il convient de donner la taille de l'échantillon séparément.</li> </ul> |

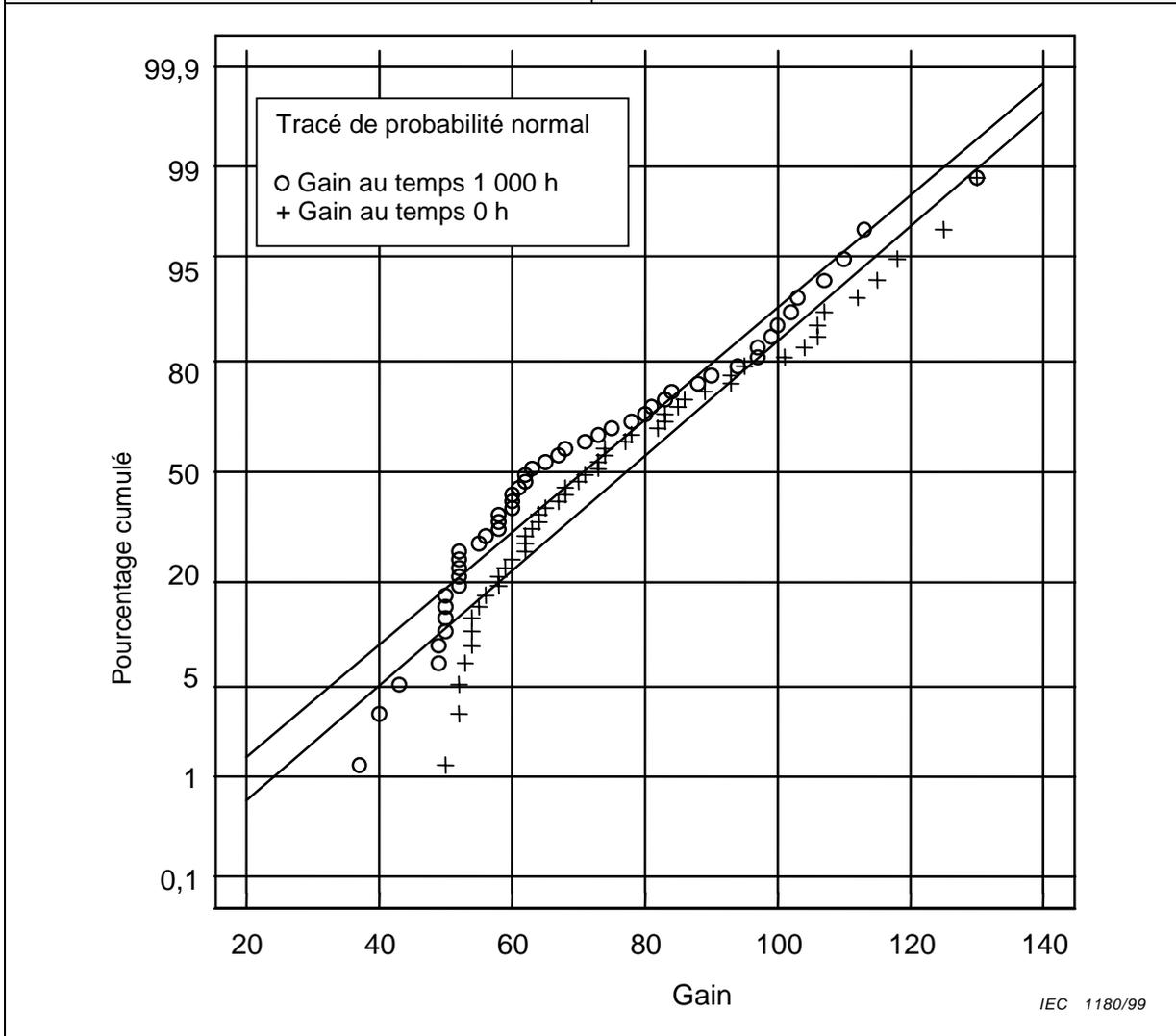


Figure B.2 – Tracé de graphique de probabilité (exemple)

**B.2.2 Probability charts**

|   |  |
|---|--|
| <p>A graph paper with the grid along one axis ruled so that a given distribution function can be plotted as a straight line against the variable as abscissa (example in figure B.2).</p>   |  |
| <p><u>Advantages</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The method shows clearly the extent to which the distribution of characteristics (for example the Weibull distribution) departs from normality and the way this changes with time.</li> <li>- It is suited to samples of all sizes (<math>n \geq 5</math>). The results from very large samples can be plotted conveniently.</li> </ul> | <p><u>Disadvantages</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Component identity is lost.</li> <li>- Additional results cannot be added.</li> <li>- The method is suitable for application only to "before or after" results.</li> <li>- The sample size should be given separately.</li> </ul> |

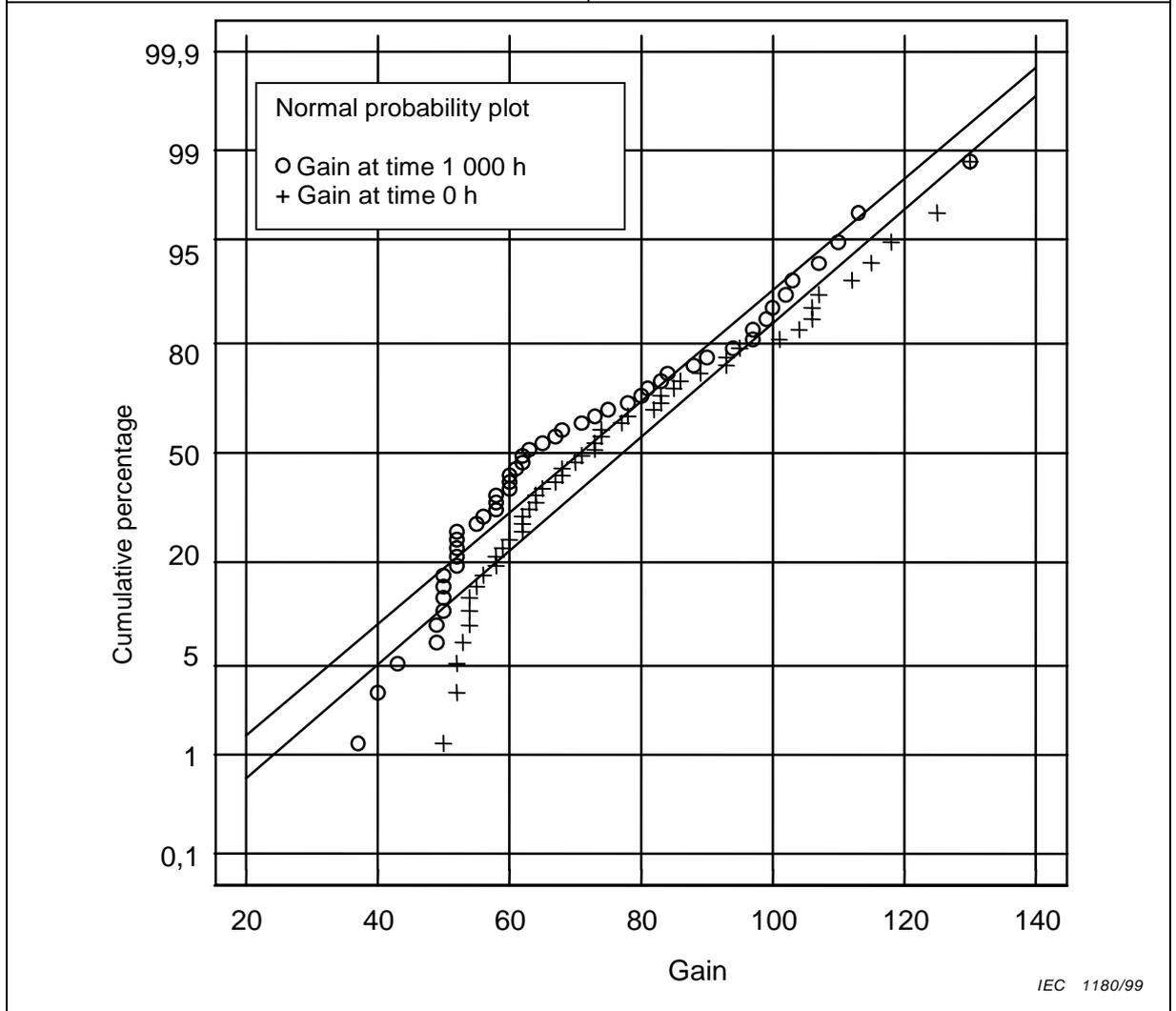


Figure B.2 – Probability chart plot (example)

IEC 1180/99

### B.2.3 Représentation graphique des percentiles

Les percentiles sont utiles pour observer la distribution de fréquence de vastes ensembles de données. Un percentile est une valeur en dessous de laquelle tombe un certain pourcentage d'un échantillon. Des données sont souvent résumées en utilisant les percentiles. Une représentation graphique des percentiles représente les variations de la moyenne et de la distribution des échantillons consécutifs (exemple à la figure B.3).

| <u>Avantages</u>   | <u>Inconvénients</u>  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- La méthode s'applique pleinement pour représenter des variations continues pendant un intervalle de temps donné. Elle ne se limite pas aux résultats «avant ou après». Si un essai d'endurance sur un échantillon particulier est poursuivi, des résultats pour des durées plus grandes peuvent être facilement ajoutés.</li> <li>- Elle est applicable à des échantillons de toutes tailles supérieures à 10. Les courbes ne peuvent pas s'enchevêtrer. Le graphique final n'est pas plus complexe pour les grands échantillons que pour les petits.</li> <li>- La forme de la distribution des caractéristiques à chaque instant peut être estimée à partir de l'espacement relatif des courbes des percentiles. Si cela est nécessaire, les résultats à un instant donné peuvent être reportés sur un graphique de probabilité.</li> <li>- On peut effectuer une estimation de la courbe reliant le pourcentage d'éléments défectueux au temps pour toute limite spécifiée de la défaillance par dégradation.</li> <li>- Des percentiles préférentiels, par exemple 5, 10, 50, 90 et 95 peuvent être établis pour tous les composants, cela facilitant les comparaisons.</li> <li>- Bien que les informations par percentiles soient généralement présentées sous forme graphique, elles peuvent également être présentées sous forme de tableau.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'identité des composants est perdue.</li> <li>- Les détails fins de la distribution des caractéristiques sont perdus.</li> <li>- Les résultats provenant d'échantillons supplémentaires ne peuvent pas être facilement ajoutés. La méthode n'est donc pas très appropriée pour rendre compte des essais d'endurance au cours desquels les résultats provenant de différents échantillons sont continuellement réunis.</li> <li>- La taille de l'échantillon doit être donnée séparément.</li> </ul> |

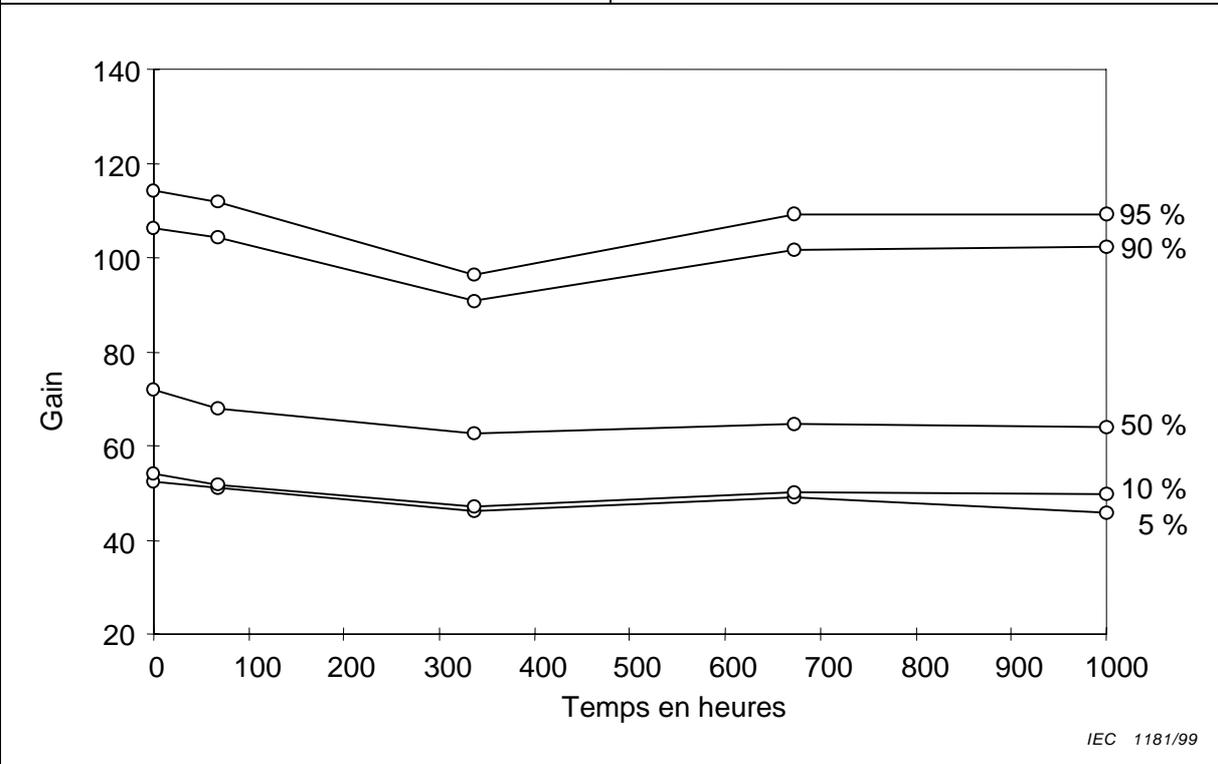


Figure B.3 – Représentation graphique des percentiles (exemple)

### B.2.3 Percentile plot

The percentiles are useful for looking at the frequency distribution of large data sets. A percentile is a value below which a certain percentage in a sample falls. Data frequently are summarized using the percentiles. A percentile plot shows changes in mean and distribution of consecutive samples (example in figure B.3).

Advantages

- The method is fully applicable to the representation of continuous changes over a period of time. It is not restricted to "before or after" results. As an endurance test on a particular sample continues, further results for longer times can be readily added.
- It is applicable to all small sample sizes from 10 upwards. Curves cannot cross. The final graph is no more complex for large samples than for small.
- The shape of the distribution of the characteristics at any time can be estimated from the relative distances of the percentile lines. If necessary, the results at a particular time can be replotted on probability charts.
- An estimate can be made of the curve relating percentage failed to time for any specified degradation failure limit.
- Preferred percentiles, for example 5th, 10th, 50th, 90th and 95th, could be established for all parts, assisting comparison.
- Although percentile information is usually presented graphically, it can also be given in a tabular form.

Disadvantages

- Component identity is lost.
- Fine details of the distribution of the characteristics is lost.
- Results from additional samples cannot be easily added. The method is not, therefore, very suitable for representing endurance tests in which results from different samples are continuously aggregated.
- The sample size has to be given separately.

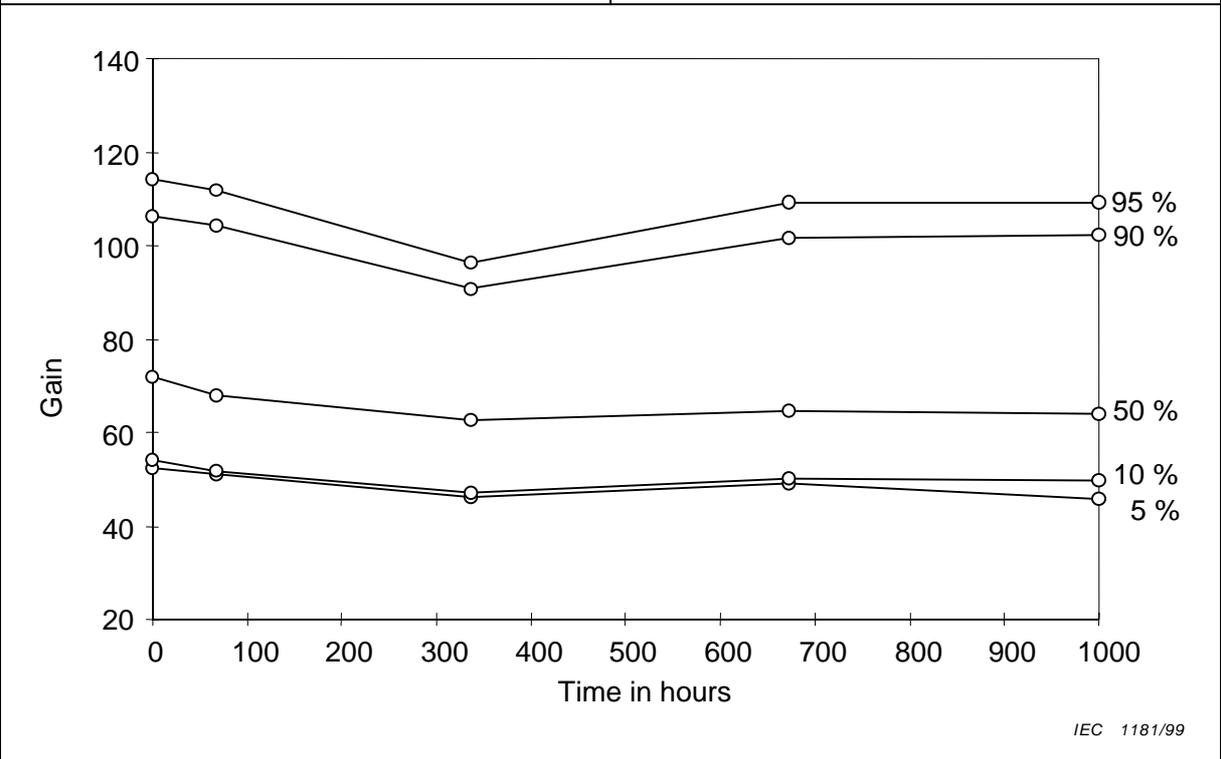


Figure B.3 – Percentile plot (example)

### B.3 Méthodes numériques

Les méthodes d'acquisition automatique des mesures et de traitement des données appliquées aux essais de grandes quantités de composants nécessitent inévitablement l'emploi de méthodes numériques. Il dépend de l'objectif final de l'évaluation que les résultats définitifs soient présentés totalement ou en partie sous forme de tableaux ou de graphiques.

#### B.3.1 Tableaux des distributions des fréquences groupées

|  |   |
|--|---|
| <p>La distribution de fréquence est la relation entre les valeurs d'une caractéristique et leur fréquence absolue ou relative. La distribution est souvent présentée sous forme de tableau avec des groupes spéciaux (classes) si les valeurs sont mesurées sur une échelle continue. Il peut également s'avérer pratique d'utiliser une présentation graphique telle qu'un histogramme.</p> <p>Il convient de choisir de préférence un nombre de groupes entre 5 et 25.</p>   |   |
| <p><u>Avantages</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La méthode s'applique pleinement pour représenter des variations continues pendant un intervalle de temps donné. Elle ne se limite pas aux résultats «avant ou après». Si un essai d'endurance sur un échantillon particulier est poursuivi, des résultats pour des durées plus grandes peuvent être facilement ajoutés.</li> <li>- Elle est applicable à des échantillons de toutes tailles supérieures à 100. Pour des échantillons importants, il peut être avantageux d'exprimer les fréquences sous forme de pourcentage du nombre total de composants.</li> <li>- Les résultats correspondant à un instant déterminé peuvent être reportés sur le graphique de probabilité.</li> <li>- On peut effectuer une estimation de la courbe reliant la proportion d'éléments défectueux au temps pour toute limite spécifiée de défaillance par dégradation.</li> <li>- Des résultats provenant d'échantillons supplémentaires soumis au même essai d'endurance peuvent être facilement ajoutés. C'est un avantage important sur la méthode par présentation graphique des percentiles.</li> <li>- La taille de l'échantillon apparaît immédiatement.</li> </ul> | <p><u>Inconvénients</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'identité des composants est perdue.</li> <li>- Les détails fins de la distribution des caractéristiques sont perdus.</li> <li>- Il n'est pas possible d'établir des amplitudes de classes préférentielles applicables à toutes les caractéristiques et à tous les composants. Sur ce point, la présentation graphique des percentiles est plus avantageuse puisqu'on fixe aisément des percentiles préférentiels.</li> </ul> |

Exemple

**Tableau B.2 – Fréquences groupées (données issues du tableau B.1)**

| Intervalles de gain | Nombre de transistors ayant un gain compris dans les intervalles spécifiés aux temps suivants |       |       |       |         |
|---------------------|---|-------|-------|-------|---------|
|                     | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
| Inférieurs à 40     | 0   | 0     | 0     | 0     | 1       |
| 40 – 59             | 12  | 17    | 24    | 21    | 18      |
| 60 – 79             | 19  | 15    | 13    | 13    | 14      |
| 80 – 99             | 9   | 10    | 12    | 10    | 10      |
| 100 – 119           | 8   | 7     | 1     | 5     | 6       |
| Supérieurs à 119    | 2   | 1     | 0     | 1     | 1       |
| Total               | 50  | 50    | 50    | 50    | 50      |

### B.3 Numerical methods

Methods of automatic acquisition of measurements and data processing as applied to testing of large component quantities necessarily require the application of numerical methods. Whether, and to what extent, the final results are tabulated or plotted will depend on the objective of the investigation.

#### B.3.1 Grouped frequency distribution tables

The frequency distribution is the relationship between the values of a characteristic and their absolute or relative frequencies. The distribution is often presented as a table with special groupings (classes) if the values are measured on a continuous scale. It would be preferable to use a graphical presentation such as a histogram.

The number of groups should preferably be between 5 and 25.

| <u>Advantages</u>   | <u>Disadvantages</u>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– The method is fully applicable to the representation of continuous changes over a period of time. It is not restricted to "before or after" results. As an endurance test on a particular sample continues, further results for longer times can be readily added.</li> <li>– It is applicable to all sample sizes from 100 upwards. For large samples, it may be advantageous to express the frequencies as percentages of the total number of components.</li> <li>– The results for a particular time can be plotted on the probability chart.</li> <li>– An estimate can be made of the curve relating percentage failed to time for any specified degradation failure limit.</li> <li>– Results from additional samples submitted to the same endurance test can readily be added. This is an important advantage over the percentile plot method.</li> <li>– The sample size is immediately apparent.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Component identity is lost.</li> <li>– Fine details of the distribution of the characteristics is lost.</li> <li>– It is not possible to establish preferred cell widths applicable to all characteristics and all parts. Here, percentile plots, for which preferred percentiles can be readily established, have the advantage.</li> </ul> |

Example

**Table B.2 – Grouped frequencies (data from table B.1)**

| Gain range       | Number of transistors having a gain within the specified range at the following times |       |       |       |         |
|------------------|---|-------|-------|-------|---------|
|                  | 0 h   | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
| Less than 40     | 0   | 0     | 0     | 0     | 1       |
| 40 – 59          | 12  | 17    | 24    | 21    | 18      |
| 60 – 79          | 19  | 15    | 13    | 13    | 14      |
| 80 – 99          | 9   | 10    | 12    | 10    | 10      |
| 100 – 119        | 8   | 7     | 1     | 5     | 6       |
| Greater than 119 | 2   | 1     | 0     | 1     | 1       |
| Total            | 50  | 50    | 50    | 50    | 50      |

### B.3.2 Paramètres statistiques

Dans de nombreux cas, en particulier quand la forme de la distribution des valeurs à un instant donné et ce pour chaque caractéristique considérée, est connue (par exemple distribution normale), il peut être utile d'indiquer les paramètres statistiques des distributions à des instants donnés.

Certains paramètres statistiques intéressants sont les estimations de la moyenne, de la médiane, de la variance, de l'écart type, de l'amplitude et du coefficient de corrélation.

Les estimations de ces paramètres statistiques sont:

|  |   |
|--|---|
| Moyenne  | $\bar{x} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)$   |
| Médiane  | $\tilde{x} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & \text{si } n \text{ est impair} \\ \frac{1}{2}(x_{n/2} + x_{n/2+1}) & \text{si } n \text{ est pair} \end{cases}$   |
| Variance   | $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right)$  |
| Ecart type   | $s = +\sqrt{s^2}$   |
| Amplitude  | $R = x_{\max} - x_{\min}$   |
| Coefficient de corrélation entre deux séries x et y  | $r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2 \right)}}$  |
| <b>Avantages</b>   | <b>Inconvénients</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- La variation dans le temps est exprimée à travers diverses caractéristiques permettant une évaluation d'ensemble.</li> <li>- La méthode s'applique pleinement pour représenter des variations continues pendant un intervalle de temps donné.</li> <li>- Elle est applicable à des échantillons de toutes tailles.</li> <li>- Si un essai d'endurance sur des composants particuliers se poursuit, les résultats pour des durées plus grandes peuvent être ajoutés.</li> <li>- La stabilité de la tendance aux variations des caractéristiques des composants dans la distribution est mise en lumière.</li> <li>- Les résultats peuvent tout aussi bien être représentés graphiquement.</li> <li>- Les valeurs aberrantes et catastrophiques sont données séparément.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'identité des composants est perdue.</li> <li>- Les résultats provenant d'échantillons supplémentaires ne peuvent pas être facilement ajoutés.</li> <li>- Les détails fins de la distribution de la caractéristique sont perdus.</li> </ul> |

### B.3.2 Statistical parameters

In many cases, and in particular, when the form of the distribution of the values at a given point in time and for each considered characteristic is known (for instance normal distribution), it may be useful to indicate the statistical parameters of the distributions at given points in time.

Some interesting statistical parameters are the estimates of mean, median, variance, standard deviation, range and correlation coefficient.

The estimations for these statistical parameters are:

|  |  |
|--|--|
| Mean   | $\bar{x} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)$  |
| Median   | $\tilde{x} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & \text{if } n \text{ is odd} \\ \frac{1}{2}(x_{n/2} + x_{n/2+1}) & \text{if } n \text{ is even} \end{cases}$   |
| Variance   | $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right)$   |
| Standard deviation   | $s = +\sqrt{s^2}$  |
| Range  | $R = x_{\max} - x_{\min}$  |
| Correlation coefficient between two series x and y   | $r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2 \right)}}$ |
| <p><u>Advantages</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The change with time is expressed in terms of various parameters that permit a comprehensive evaluation.</li> <li>- The method is fully applicable to the presentation of continuous changes over a period of time.</li> <li>- It is applicable to all sample sizes.</li> <li>- As an endurance test on particular components continues, further results for longer times can be added.</li> <li>- The stability of the trend of changes in component parameters within the distribution is shown.</li> <li>- Results can be presented graphically as well.</li> <li>- Outliers and catastrophic failures are given separately.</li> </ul> | <p><u>Disadvantages</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Component identity is lost.</li> <li>- Results from additional samples cannot easily be added.</li> <li>- Fine details of the distribution of the characteristics is lost.</li> </ul>                           |

Exemple

**Tableau B.3 – Paramètres statistiques (données issues du tableau B.1)**

| Heures d'essai          | 0 h    | 168 h  | 336 h  | 672 h  | 1 000 h |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Taille de l'échantillon | 50     | 50     | 50     | 50     | 50      |
| Moyenne                 | 77,08  | 73,88  | 65,40  | 70,84  | 70,90   |
| Médiane                 | 72,00  | 68,00  | 61,00  | 63,50  | 62,50   |
| Variance                | 456,61 | 456,68 | 292,82 | 444,83 | 488,62  |
| Ecart type              | 21,15  | 21,16  | 16,94  | 20,88  | 21,88   |
| Amplitude               | 80,00  | 82,00  | 68,00  | 85,00  | 93,00   |

**Tableau B.4 – Coefficients de corrélation (données issues du tableau B.1)**

| Heures d'essai | 0 h | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
|----------------|-----|-------|-------|-------|---------|
| 0 h            | 1   | 0,933 | 0,915 | 0,837 | 0,794   |
| 168 h          |     | 1     | 0,995 | 0,950 | 0,921   |
| 336 h          |     |       | 1     | 0,969 | 0,944   |
| 672 h          |     |       |       | 1     | 0,995   |
| 1 000 h        |     |       |       |       | 1       |

-----

## Example

**Table B.3 – Statistical parameters (data from table B.1)**

| Test hours         | 0 h    | 168 h  | 336 h  | 672 h  | 1 000 h |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Sample size        | 50     | 50     | 50     | 50     | 50      |
| Mean               | 77,08  | 73,88  | 65,40  | 70,84  | 70,90   |
| Median             | 72,00  | 68,00  | 61,00  | 63,50  | 62,50   |
| Variance           | 456,61 | 456,68 | 292,82 | 444,83 | 488,62  |
| Standard deviation | 21,15  | 21,16  | 16,94  | 20,88  | 21,88   |
| Range              | 80,00  | 82,00  | 68,00  | 85,00  | 93,00   |

**Table B.4 – Correlation coefficients (data from table B.1)**

| Test hours | 0 h | 168 h | 336 h | 672 h | 1 000 h |
|------------|-----|-------|-------|-------|---------|
| 0 h        | 1   | 0,933 | 0,915 | 0,837 | 0,794   |
| 168 h      |     | 1     | 0,995 | 0,950 | 0,921   |
| 336 h      |     |       | 1     | 0,969 | 0,944   |
| 672 h      |     |       |       | 1     | 0,995   |
| 1 000 h    |     |       |       |       | 1       |

-----

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



**Q1** Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

**Q2** Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

**Q3** I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

**Q4** This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

**Q5** This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

**Q6** If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other .....

**Q7** Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents .....
- tables, charts, graphs, figures.....
- other .....

**Q8** I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

**Q9** Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé  
1211 Genève 20  
Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Centre du Service Clientèle (CSC)  
**Commission Electrotechnique Internationale**  
3, rue de Varembé  
1211 GENÈVE 20  
Suisse



**Q1** Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:  
(ex. 60601-1-1)  
.....

**Q2** En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?  
(cochez tout ce qui convient)  
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

**Q3** Je travaille:  
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

**Q4** Cette norme sera utilisée pour/comme  
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

**Q5** Cette norme répond-elle à vos besoins:  
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

**Q6** Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:  
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s) .....

**Q7** Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres  
(1) inacceptable,  
(2) au-dessous de la moyenne,  
(3) moyen,  
(4) au-dessus de la moyenne,  
(5) exceptionnel,  
(6) sans objet

- publication en temps opportun .....
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique .....
- disposition logique du contenu .....
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures .....
- autre(s) .....

**Q8** Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

**Q9** Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-4921-7



9 782831 849218

---

**ICS 03.120.01; 31.020**

---