

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 409

Deuxième édition — Second edition

1981

**Guide pour l'inclusion de clauses de fiabilité
dans les spécifications de composants (ou pièces détachées)
pour l'équipement électronique**

**Guide for the inclusion of reliability clauses
into specifications for components (or parts)
for electronic equipment**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 409

Deuxième édition — Second edition
1981

**Guide pour l'inclusion de clauses de fiabilité
dans les spécifications de composants (ou pièces détachées)
pour l'équipement électronique**

**Guide for the inclusion of reliability clauses
into specifications for components (or parts)
for electronic equipment**

Mots clés: fiabilité des dispositifs électroniques;
composants; spécification.

Key words: reliability of electronic
devices; components;
specification.



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Objet	6
2. Domaine d'application	6
3. Introduction	6
3.1 Approche A — Essai de conformité en fiabilité	6
3.2 Approche B — Essai de détermination de la fiabilité	6
4. Définitions (en supplément de celles de la Publication 271 de la CEI)	8
5. Renseignements à inclure dans les spécifications	8
5.1 Concept fondamental des contrôles	8
5.2 Définition des objectifs	10
5.3 Méthode d'essai	10
5.4 Critères de défaillances	10
5.5 Périodicité d'essai	12
5.6 Distribution des défaillances dans le temps	12
5.7 Accumulation de données (applicable aux séries de lots seulement)	12
5.8 Exclusion de données	12
5.9 Enoncé des résultats d'essais	14
5.10 Procédure d'homologation	14
5.11 Détermination de l'effectif de l'échantillon	14
5.12 Maintien ou retrait de l'homologation	20
6. Taux de défaillances estimé	22
7. Méthodes d'essais de fiabilité	24
7.1 Méthodes dépendant de la distribution des défaillances en fonction du temps	24
7.2 Essai avec nombre de défaillances fixé	26
7.3 Essai avec des limites resserrées	26
7.4 Essai par variables	28
8. Liste-inventaire des facteurs à prendre en considération lors de la préparation d'une spécification de fiabilité	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Object	7
2. Scope	7
3. Introduction	7
3.1 Approach A — Reliability compliance testing	7
3.2 Approach B — Reliability determination testing	7
4. Definitions (in addition to those in I E C Publication 271)	9
5. Information to be included in specifications	9
5.1 Basic control concept	9
5.2 Statement of objectives	11
5.3 Test method	11
5.4 Criteria of failure	11
5.5 Periodicity of test	13
5.6 Failure-in-time distribution	13
5.7 Accumulation of data (applicable to series lots only)	13
5.8 Exclusion of data	13
5.9 Statement of test results	15
5.10 Qualification approval procedure	15
5.11 Determination of sample size	15
5.12 Maintenance or withdrawal of qualification approval	21
6. Assessed failure rate	23
7. Reliability testing methods	25
7.1 Methods depending upon the distribution of failures with time	25
7.2 Fixed failure number testing	27
7.3 Tightened limits testing	27
7.4 Variables testing	29
8. Checklist of factors to be considered when preparing a reliability specification	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**GUIDE POUR L'INCLUSION DE CLAUSES DE FIABILITÉ DANS
LES SPÉCIFICATIONS DE COMPOSANTS (OU PIÈCES DÉTACHÉES)
POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes N° 56 de la C E I: Fiabilité et maintenabilité.

Il remplace la Publication 409 (première édition) de la C E I, dans son intégralité. Il vise le même but, et l'on espère qu'il sera mieux compris et, par conséquent, plus facilement utilisable par les Comités d'Etudes.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Nice en 1976. Un autre projet, diffusé en 1977 selon la Procédure Accélérée, fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en 1978. A la suite de cette réunion, un projet, document 56(Bureau Central)72, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1979.

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

Afrique du Sud (République d')	Finlande
Allemagne	France
Australie	Hongrie
Autriche	Israël
Belgique	Italie
Bulgarie	Japon
Canada	Royaume-Uni
Chine	Suède
Danemark	Suisse
Egypte	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	

Autres publications de la C E I citées dans le présent guide:

- Publications n°s 271: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.
271A: Premier complément.
319: Présentation des données de fiabilité pour les composants (ou pièces détachées) électroniques.
410: Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GUIDE FOR THE INCLUSION OF RELIABILITY CLAUSES
INTO SPECIFICATIONS FOR COMPONENTS (OR PARTS)
FOR ELECTRONIC EQUIPMENT**

FOREWORD

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

PREFACE

This guide has been prepared by I E C Technical Committee No. 56: Reliability and Maintainability.

It replaces I E C Publication 409 (first edition) in its entirety. The intent of this standard is the same. It is expected that this revision will be more readily understood and therefore more useful to Technical Committees.

A draft was discussed at the meeting held in Nice in 1976. A further draft, issued in 1977 under the Accelerated Procedure, was discussed at the meeting held in London in 1978. As a result of this meeting, a draft, Document 56(Central Office)72, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Hungary
Austria	Israel
Belgium	Italy
Bulgaria	Japan
Canada	South Africa (Republic of)
China	Spain
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Egypt	Turkey
Finland	United Kingdom
France	United States of America
Germany	

Other I E C publications quoted in this guide:

- Publications Nos. 271: List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability.
271A: First supplement.
319: Presentation of Reliability Data on Electronic Components (or Parts).
410: Sampling Plans and Procedures for Inspection by Attributes.

GUIDE POUR L'INCLUSION DE CLAUSES DE FIABILITÉ DANS LES SPÉCIFICATIONS DE COMPOSANTS (OU PIÈCES DÉTACHÉES) POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE

1. Objet

La présente publication a pour objet de guider les rédacteurs de spécifications et les Comités d'Etudes dans la prise en considération des facteurs dont il faut tenir compte lors de l'inclusion d'articles quantitatifs de fiabilité dans les spécifications de composants pour équipements électroniques.

2. Domaine d'application

Elle s'applique principalement au cas où le taux de défaillance est constant. Parmi les diverses catégories d'articles de fiabilité dans les spécifications de composants, le présent guide décrit couramment celles applicables au produit fini, et relatives à l'estimation du taux de défaillances à partir d'essais.

3. Introduction

Il y a deux approches de base qui peuvent être suivies. Le choix dépend des objectifs à atteindre par la spécification.

Les deux approches s'appliquent à l'essai de composants qui sont essentiellement en production continue ou à l'essai d'un lot de contrôle individuel.

3.1 Approche A — Essai de conformité en fiabilité

Elle est à utiliser lorsque le but principal est de contrôler si un taux de défaillances spécifié a été obtenu. L'engagement du fournisseur est de démontrer que le niveau requis de taux de défaillances a été obtenu au niveau de confiance requis. Puisque le fournisseur s'engage à fournir des composants avec un taux de défaillances pas plus mauvais qu'un niveau spécifié, le volume d'essai est déterminé par le taux de défaillances auquel le composant est qualifié.

3.2 Approche B — Essai de détermination de la fiabilité

Elle est à utiliser lorsque le but principal est d'évaluer la fiabilité du produit. L'engagement du fournisseur est de conduire l'essai tel qu'il est spécifié et d'enregistrer les résultats. Le taux de défaillances déterminé peut être comparé à ceux d'essais similaires. Le taux de défaillances à enregistrer dépend du volume d'essais.

Une même spécification peut contenir à la fois des essais de conformité et des essais de détermination.

Si elle contenait les deux, il devrait y avoir une identification claire pour distinguer quel essai est de conformité et quel essai est de détermination.

Note. — Le taux peut être exprimé en termes d'heures, de distance, de cycles ou toutes autres quantités ou unités qui peuvent être appropriées.

GUIDE FOR THE INCLUSION OF RELIABILITY CLAUSES INTO SPECIFICATIONS FOR COMPONENTS (OR PARTS) FOR ELECTRONIC EQUIPMENT

1. Object

This publication is intended to guide writers of specifications and Technical Committees in the consideration of factors which should be taken into account in the inclusion of quantitative reliability clauses in specifications for components for electronic equipment.

2. Scope

It mainly applies to the case when a constant failure rate is assumed. Of the various categories of reliability clauses in the specifications for components, the present guide is currently directed at those applying to the finished product and relating to the estimation of failure rates from tests.

3. Introduction

There are two basic approaches which can be followed. The choice is dependent on the objectives to be met by the specification.

Both approaches are applicable to the testing of components which are essentially in continuous production or to the testing of an individual inspection lot.

3.1 Approach A — *Reliability compliance testing*

To be used when the principal purpose is to establish whether a specified failure rate has been met. The supplier's commitment is to demonstrate that the required failure rate level has been met at the required confidence level. Since the supplier commits to provide components with a failure rate not worse than a specified level, the amount of testing is determined by the failure rate to which the component is qualified.

3.2 Approach B — *Reliability determination testing*

To be used when the principal purpose is to evaluate the reliability of the product. The supplier's commitment is to conduct the test as specified and report the results. The failure rate determined may be compared with that from similar tests. The failure rate being reported depends upon the amount of testing.

A single specification may contain both compliance tests and determination tests.

When both are included, there should be a clear identification as to which test is the compliance test and which test is the determination test.

Note. — The rate may be expressed in terms of hours, distance, cycles or other quantities or units as may be appropriate.

4. Définitions (en supplément de celles de la publication 271 de la C E I)

4.1 Essai de conformité en fiabilité

Expérimentation conduite pour montrer si la valeur d'une caractéristique de fiabilité d'un dispositif est conforme ou non aux exigences de fiabilité fixées.

4.2 Essai de détermination de la fiabilité

Expérimentation conduite pour déterminer la valeur d'une caractéristique de fiabilité d'un dispositif.

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

4.3 Homologation

Procédure appliquée pour montrer qu'un fabricant est capable de produire un composant répondant aux exigences des spécifications.

4.4 Contrôle d'homologation

Procédure à adopter pour démontrer que les composants produits par le fabricant continuent à satisfaire aux exigences de la spécification.

4.5 Extension de qualification de fiabilité

Procédure à adopter pour démontrer que des composants produits par le fabricant atteignent un niveau de taux de défaillances meilleur que celui pour lequel ils sont qualifiés.

5. Renseignements à inclure dans les spécifications

5.1 Concept fondamental des contrôles

5.1.1 Contrôle de lots individuels

Toute information nécessaire concernant la fiabilité des pièces est exposée pour chaque lot individuel. Les pièces de chaque lot sont entièrement caractérisées par les données produites sur ce lot.

Ce concept est techniquement préférentiel et devrait être utilisé selon que l'une ou l'autre des conditions suivantes sont réalisées:

- a) les taux de défaillances estimés sont tels que cette opération est économiquement réalisable;
- b) les conditions de production continue ne sont pas remplies.

5.1.1.1 Approche A (essai de conformité en fiabilité)

Un lot fournit une quantité suffisante de données permettant de déterminer l'acceptabilité du lot à un niveau spécifié de taux de défaillances.

5.1.1.2 Approche B (essai de détermination de la fiabilité)

Il n'y a aucune exigence de taux de défaillances à satisfaire. Dans ce cas, un essai de fiabilité sur le lot est spécifié, ainsi que la méthode à utiliser pour enregistrer les résultats. ✓

4. Definitions (in addition to those in I E C Publication 271)

4.1 *Reliability compliance test*

An experiment conducted to show whether or not the value of a reliability characteristic of an item complies with its stated reliability requirements.

4.2 *Reliability determination test*

An experiment conducted to determine the value of a reliability characteristic of an item.

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

4.3 *Qualification approval*

The process applied to show that a manufacturer is capable of producing a component meeting the requirements of the specification.

4.4 *Maintenance of qualification approval*

The procedure to be adopted to demonstrate that components produced by the manufacturer continue to meet the requirements of the specification.

4.5 *Extension of reliability qualification*

The procedure to be adopted to demonstrate whether components produced by the manufacturer meet a better failure rate level than the qualified one.

5. Information to be included in specifications

5.1 *Basic control concept*

5.1.1 *Individual lot control*

All necessary information regarding the reliability of the parts is developed on each individual lot. The parts in each lot are totally characterized from the data generated on that lot.

This concept is technically preferred and should be used if either of the following conditions apply:

- a) the assessed failure rates are such that this treatment is economically feasible;
- b) conditions of continuous production are not met.

5.1.1.1 *Approach A (reliability compliance testing)*

Sufficient data are generated on a lot to determine the acceptability of the lot at *the specified failure rate level*.

5.1.1.2 *Approach B (reliability determination testing)*

There is no failure rate level requirement. In this case, a reliability test on the lot is specified together with the method to be employed for reporting the results.

5.1.2 *Contrôle des séries de lots*

Les renseignements concernant la fiabilité des pièces sont accumulés sur une série de lots. Ce concept devrait être utilisé seulement lorsque le composant est fabriqué en production essentiellement continue et exige que les processus soient sous contrôle afin d'assurer la stabilité de la fiabilité. Dans ce contexte, le terme «processus» recouvre l'ensemble des méthodes relatives à la conception, la fabrication, les essais et le contrôle de la qualité.

Note. — Pour une valeur donnée du taux de défaillances estimé, soit déterminé soit requis, le contrôle des séries de lots est d'ordinaire moins coûteux que le contrôle des lots individuels.

5.2 *Définition des objectifs*

5.2.1 Pour l'approche A (essai de conformité en fiabilité), la spécification doit directement indiquer le(s) taux de défaillances à donner avec le niveau de confiance associé à ces taux de défaillances.

5.2.2 Pour l'approche B (essai de détermination de la fiabilité), les spécifications doivent directement indiquer la quantité de données à fournir et la durée au cours de laquelle elles seront accumulées.

5.3 *Méthode d'essai*

La spécification doit prescrire l'essai, normalement un essai d'endurance, à effectuer pour le contrôle de la fiabilité du composant. Elle doit indiquer la sévérité et la durée de l'essai, et si le composant doit être essayé dans les conditions nominales ou dans d'autres conditions.

5.3.1 En général, le niveau de contraintes spécifié pour l'essai doit se situer aux contraintes nominales maximales du composant.

5.3.2 Lorsque des facteurs d'accélération sont connus, un niveau de contraintes d'essai peut être spécifié au-dessus des conditions nominales maximales afin de réduire la durée d'essai, ou si le taux de défaillances est constant, de réduire l'effectif de l'échantillon et/ou la durée d'essai.

5.3.2.1 *Le facteur d'accélération est quantitativement prouvé*

Les articles de la spécification, à titre soit d'information, soit d'exigences pour acceptation, doivent spécifier les essais à effectuer pour contrôler la stabilité de cette valeur. Lorsque aucun facteur n'est spécifié, une valeur conventionnelle dérivée des résultats d'essai peut être donnée pour les modèles stabilisés.

De tels essais peuvent être requis périodiquement dans le temps (par exemple tous les trois ans), ou périodiquement suivant le nombre (par exemple, après qu'une quantité spécifiée a été produite). La spécification doit indiquer comment les spécimens devront être prélevés sur chaque lot de fabrication pour constituer l'échantillon à soumettre aux essais.

5.3.2.2 *La valeur quantitative du facteur d'accélération n'est pas connue*

Dans les articles d'information seulement, la spécification peut définir les règles à suivre (entre autres, essais statistiques de comparaison des résultats), et les essais à effectuer pour évaluer les valeurs appropriées à un composant particulier; ces essais peuvent être effectués avant le début de la livraison, ou à un stade donné de la livraison lorsque l'acceptation est basée sur des essais non accélérés.

5.4 *Critères de défaillances*

La spécification doit énoncer les critères de défaillances à appliquer pour déterminer si un composant est défectueux à l'essai spécifié au paragraphe 5.3.

5.1.2 *Series lot control*

Information regarding the reliability of the parts is accumulated over a series of lots. This concept should be used only when the component is manufactured in essentially continuous production and requires that the processes be under control in order to ensure the stability of reliability. In this context, the term “processes” means the complete design, manufacture, testing and quality control procedures.

Note. — For a given value of the assessed failure rate, (either determined or required) series lot control is usually less expensive than individual lot control.

5.2 *Statement of objectives*

5.2.1 For approach A (reliability compliance testing), the specification shall directly state the failure rate (rates) which will be provided together with the confidence level associated with these failure rates.

5.2.2 For approach B (reliability determination testing), the specifications shall directly state the quantity of data which will be provided and the period of time over which it will be accumulated.

5.3 *Test method*

The specification shall prescribe the test, normally an endurance test, to be used for the assessment of the reliability of the component. It shall state the severity and the duration of the test and whether the component is to be tested at rated or other conditions.

5.3.1 In general, the stress level specified for the test shall be at the maximum rated stress for the component.

5.3.2 When acceleration factors are known, a test stress level may be specified above maximum rated conditions in order to reduce the test time, or where the failure rate is constant, to reduce the sample size and/or test time.

5.3.2.1 *Acceleration factor is proven quantitatively*

The information clauses and acceptance requirements of the specification may specify the test to be performed to control the stability of this value. When none is specified, a conventional value derived from test results can be given for stabilized styles.

Such tests may be required periodically in time (for example every three years), or periodically according to the number (such as after a specified quantity has been produced). The specification shall state how specimens shall be taken from each production lot to form the test sample.

5.3.2.2 *Quantitative value of acceleration factor is not known*

In the information clauses only, the specification may define the rules (among others, statistical tests for comparing results) and the tests to be carried out to establish the values appropriate to a particular component; these tests may be performed before commencing delivery, or at a phase of delivery where acceptance is based on non-accelerated tests.

5.4 *Criteria of failure*

The specification shall state the criteria of failure to be applied to determine whether a component has failed in the test specified in Sub-clause 5.3.

- 5.4.1 Les critères de défaillances peuvent être la défaillance complète du composant ou un certain degré de dégradation de paramètres sélectionnés.
- 5.4.2 Seuls les paramètres jugés importants dans les conditions typiques d'emploi pour lesquelles le composant est conçu devraient être spécifiés afin d'être mesurés pour déterminer le taux de défaillances.
- 5.4.3 S'il y a lieu, deux critères de défaillances ou plus peuvent être spécifiés pour un paramètre donné d'un composant particulier; l'un au moins doit s'appliquer à la défaillance complète du composant. Une défaillance complète doit aussi être comptée comme défaillance par dégradation. Le taux de défaillances estimé se rapporte alors au nombre total de défaillances qui sont apparues.
- 5.4.4 Dans certaines conditions, il peut être souhaitable de spécifier plusieurs taux de défaillances pour les composants ayant plusieurs paramètres spécifiés pour définir des défaillances du composant.
- 5.4.5 En l'absence de toute spécification contraire, la non-satisfaction à un nombre de critères supérieur à un, sur un même spécimen, sera considérée comme une seule défaillance et constitue un défectueux.

5.5 *Périodicité d'essai*

La spécification doit prescrire les périodes auxquelles l'essai spécifié au paragraphe 5.3 doit être effectué. Elles doivent l'être soit sur la base d'un contrôle lot par lot et/ou à des intervalles de temps spécifiés, soit sur la base de quantités produites spécifiées.

5.6 *Distribution des défaillances dans le temps*

Le texte de ce guide traite principalement du cas de distribution exponentielle des défaillances en fonction du temps (taux de défaillances constant) qui est soit connue, soit raisonnablement présumée exister. La spécification doit indiquer, si applicable, la durée des défaillances précoces et le début de la période d'usure.

5.7 *Accumulation de données (applicable aux séries de lots seulement)*

La spécification doit indiquer quelles données doivent être cumulées, ainsi que la période sur laquelle elles peuvent l'être et dans quel but.

Les résultats des essais spécifiés au paragraphe 5.3 doivent être accumulés au cours de la période prescrite, dans le but de calculer le taux de défaillances estimé obtenu (voir article 6).

L'information obtenue peut aussi être utilisée pour prescrire des variations dans les caractéristiques typiques des composants.

La méthode utilisée pour présenter les informations ci-dessus doit de préférence être choisie parmi celles données dans la Publication 319 de la C E I: Présentation des données de fiabilité pour les composants (ou pièces détachées) électroniques.

5.8 *Exclusion de données*

Dès que l'essai est commencé, les résultats de tous les essais effectués sur les lots issus du processus continu doivent être inclus dans le récapitulatif. Exceptionnellement, un lot peut être trouvé défectueux et non représentatif d'une production normale. Si le mécanisme de défaillances peut être déterminé et s'il peut être démontré, avec l'accord de l'autorité chargée de la qualification, que sa réapparition n'est pas possible dans la production future, les données propres à ce lot peuvent être exclues du récapitulatif. Cependant, le nombre de lots ainsi exclus devra figurer au sommaire des données.

- 5.4.1 The criteria of failure may be the complete failure of the component or a certain degree of degradation of selected parameters.
- 5.4.2 Only those parameters judged to be important under the typical use conditions for which the component is designed should be specified to be measured for determining the failure rate.
- 5.4.3 Where appropriate, two or more failure criteria may be specified for a given parameter of a particular component; at least one shall apply to complete failure of a component. A complete failure shall be counted also as a degradation failure. The assessed failure rate then refers to the total number of failures which have occurred.
- 5.4.4 Under certain conditions, it may be desirable to specify more than one failure rate for components having several parameters specified as defining component failure.
- 5.4.5 In the absence of any specification to the contrary, failure in respect to more than one criterion on a single specimen shall be considered only as one failure and constitutes one defective.

5.5 *Periodicity of test*

The specification shall prescribe the periods at which the test specified in Sub-clause 5.3 shall be performed. These shall be either on a lot-by-lot basis and/or at specified intervals of time or quantity produced.

5.6 *Failure-in-time distribution*

The text of this guide deals mainly with those cases where an exponential failure in time distribution (constant failure rate) is either known or can be reasonably assumed to exist. The specification shall state, if applicable, early failure period and start of wear-out period.

5.7 *Accumulation of data (applicable to series lots only)*

The specification shall state what data shall be accumulated, together with the period over which it may be accumulated and its purpose.

The results of testing specified in Sub-clause 5.3 shall be accumulated over the prescribed period for the purposes of calculating the assessed failure rate achieved (see Clause 6).

The information achieved may also be used for prescribing changes in typical characteristics of components.

The method used to present the information above shall preferably be selected from one of those given in IEC Publication 319: Presentation of Reliability Data on Electronic Components (or Parts).

5.8 *Exclusion of data*

Once the testing has begun, the results of all testing performed on lots from the continuous process will be included in the accumulation. Exceptionally, a lot may be found to be defective and not representative of normal production. If the mechanism of failure can be established and it can be shown to the satisfaction of the qualifying authority that re-occurrence is not possible in future production, the data appropriate to that lot may be excluded from the accumulation. The data summary shall, however, indicate the number of lots so excluded.

5.9 *Énoncé des résultats d'essais*

La spécification doit indiquer la terminologie à utiliser pour exprimer les résultats de l'essai spécifié au paragraphe 5.3

5.9.1 *Approche A (essai de conformité en fiabilité)*

L'énoncé sera sous la forme d'un taux de défaillances utilisant l'un des niveaux spécifiés. Il sera déterminé en utilisant l'intervalle de confiance unilatéral dont la limite supérieure correspond à 60% ou 90% de niveau de confiance pour la qualification et 10%, 60% ou 90% pour le maintien de la qualification. Les valeurs préférentielles doivent être de 60% pour l'homologation et 10% pour le maintien de la qualification.

5.9.2 *Approche B (essai de détermination de la fiabilité)*

L'énoncé doit clairement indiquer le nombre de spécimens essayés, le nombre de défectueux constatés et le temps cumulé d'essai. L'énoncé doit inclure le taux de défaillances contrôlé, calculé à partir des résultats d'essais accumulés. Il doit être déterminé en utilisant l'intervalle de confiance unilatéral dont la limite supérieure correspond à 60% ou 90% de niveau de confiance. Le niveau 60% est préférentiel.

Les résultats doivent être, de préférence, présentés à intervalles de six mois, et de plus, cette présentation peut rassembler les résultats sur trois années.

5.10 *Procédure d'homologation*

L'homologation peut être considérée comme constituée de deux parties distinctes:

- a) homologation suivant toutes les exigences de la spécification autre que la fiabilité;
- b) homologation suivant les dispositions spécifiques de la fiabilité.

Ce guide traite seulement de l'homologation mentionnée au point b).

Note. — Alors que cette distinction est faite ici dans un but de clarification, il faudrait noter, cependant, que les deux qualifications peuvent être incluses dans une seule et même série d'essais.

La spécification doit indiquer les procédures à adopter avant d'accorder l'homologation au composant.

Elle doit indiquer si l'échantillon à soumettre à l'essai spécifié au paragraphe 5.3 peut être pris dans un seul ou dans plusieurs lots de contrôle. Dans ce cas, la spécification doit indiquer si les lots doivent être consécutifs ou sélectionnés sur une période de temps.

La qualification initiale à un taux de défaillances défini (limite supérieure) est obtenue lorsque le résultat d'essais est satisfaisant.

Après cela, l'extension de la qualification à un niveau de taux de défaillances plus bas, ou la qualification à un taux de défaillances plus élevé (lorsque le maintien de la qualification au niveau antérieur est refusé) doivent être conformes aux mêmes règles que pour la qualification initiale. ✓

5.11 *Détermination de l'effectif de l'échantillon*

La spécification doit indiquer l'effectif de l'échantillon à soumettre à l'essai spécifié au paragraphe 5.3. A la place d'une indication directe, elle peut se référer aux plans d'échantillonnage à partir desquels l'effectif de l'échantillon peut être déterminé.

5.9 *Statement of test results*

The specification shall state the terminology to be used in expressing the results of the test specified in Sub-clause 5.3.

5.9.1 *Approach A (reliability compliance testing)*

The statement shall be given as a failure rate using one of the specified levels. It shall be determined using the one-sided confidence interval of which the upper limit is related to a 60% or 90% confidence level for qualification and 10%, 60% or 90% for maintenance of qualification. The preferred values shall be 60% for qualification approval and 10% for maintenance of qualification.

5.9.2 *Approach B (reliability determination testing)*

The statement shall indicate clearly the number of specimens tested, the number of defectives observed and the accumulated test time. The statement shall include the assessed failure rate calculated from the accumulated test results. It shall be determined using the one-sided confidence interval of which the upper limit is related to a 60% or 90% confidence level. The 60% level is preferred.

The results shall be presented preferably at intervals of six months and additionally, the presentation may aggregate results for up to three years.

5.10 *Qualification approval procedure*

Qualification approval can be considered in two distinct parts:

- a) approval to all the requirements of the specification other than reliability;
- b) approval to the specific reliability provisions.

This guide deals only with the approval mentioned under Item b).

Note. — While this distinction is drawn here for the purpose of clarity, it should be noted, however, that both qualifications may be included in a single series of tests.

The specification shall state the procedures to be adopted prior to the granting of qualification approval status to the component.

It shall state whether the sample to be subjected to the test specified in Sub-clause 5.3 may be taken from a single inspection lot or from several inspection lots. In the latter case, the specification shall state whether the lots are to be consecutive or selected over a period of time.

The initial qualification at a definite failure rate (upper limit) is obtained when the result of the tests is satisfactory.

After that, extension of qualification to a lower failure rate level or qualification at a higher failure rate (when maintenance of qualification at the previous level is withdrawn) shall comply with the same rules as for initial qualification.

5.11 *Determination of sample size*

The specification shall state the size of the sample to be subjected to the test specified in Sub-clause 5.3. Alternatively, it may refer to sampling plans from which the sample size may be derived.

5.11.1 Effectif de l'échantillon déterminé à partir du taux de défaillances requis (pour les essais de conformité en fiabilité) ✓

L'effectif de l'échantillon doit normalement être déterminé à partir du plan d'échantillonnage relatif au taux de défaillances et faisant l'objet d'un accord entre client et fabricant, et choisi dans les tableaux I et II suivants.

Ces plans sont basés sur la distribution exponentielle, et par conséquent, sont applicables seulement au cours d'une période lorsque le taux de défaillances est constant.

L'effectif de l'échantillon doit être déduit:

- a) du taux de défaillances requis (limite supérieure à un niveau de confiance spécifié), et
- b) du nombre de défectueux permis (critère d'acceptation c).

Ces tableaux donnent le nombre total d'unités-heures à accumuler. Partant de là, le nombre de composants à soumettre à l'essai est déterminé en fonction de la durée retenue pour l'essai; cette durée doit être conforme au tableau I de l'annexe B de la Publication 319 de la C E I, où 1 000 et 2 000 h sont préférentielles.

5.11.1.1 Qualification et extension de qualification: niveau de confiance 60%

TABEAU I

Taux de défaillances requis		H = unités-heures cumulées, en millions					
En pour-cent par 1000 h	En défaillances par heure	$c = 0$	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$	$c = 5$
10	10^{-4}	0,00917	0,0203	0,0311	0,0418	0,0524	0,063
1	10^{-5}	0,0917	0,203	0,311	0,418	0,524	0,63
0,1	10^{-6}	0,917	2,03	3,11	4,18	5,24	6,3
0,01	10^{-7}	9,17	20,3	31,1	41,8	52,4	63
0,001	10^{-8}	91,7	203	311	418	524	630

La période couverte par des essais de qualification doit être donnée, en plus du taux de défaillances qualifié.

5.11.1.2 Maintien de qualification: niveau de confiance: 10%

TABEAU II

Taux de défaillances requis ✓		H = unités-heures cumulées, en millions				
En pour-cent par 1000 h	En défaillances par heure	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$	$c = 5$
10	10^{-4}	0,0053	0,011	0,0175	0,0244	0,0315
1	10^{-5}	0,053	0,11	0,175	0,244	0,315
0,1	10^{-6}	0,53	1,1	1,75	2,44	3,15
0,01	10^{-7}	5,3	11	17,5	24,4	31,5
0,001	10^{-8}	53	110	175	244	315

5.11.1 Sample size derived from the required failure rate (for reliability compliance testing)

The sample size shall normally be derived from failure rate sampling plans agreed to between the customer and the manufacturer and chosen from the following Tables I and II.

These plans are based on the exponential distribution and, therefore, are applicable only during a period when the failure rate is constant.

The sample size shall be derived from:

- the required failure rate (upper limit at a specified confidence level), and
- the number of defectives allowed (acceptance criteria c).

These tables give the total number of unit hours to be accumulated. The number of components to be tested is determined from there according to the selected test duration. This duration shall be in accordance with Table I of Appendix B of IEC Publication 319, with 1 000 h and 2 000 h being preferred.

5.11.1.1 Qualification and extension of qualification: confidence level 60%

TABLE I

Required failure rate		H = cumulative unit hours, in millions					
In per cent per 1000 h	In failures per hour	$c = 0$	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$	$c = 5$
10	10^{-4}	0.00917	0.0203	0.0311	0.0418	0.0524	0.063
1	10^{-5}	0.0917	0.203	0.311	0.418	0.524	0.63
0.1	10^{-6}	0.917	2.03	3.11	4.18	5.24	6.3
0.01	10^{-7}	9.17	20.3	31.1	41.8	52.4	63
0.001	10^{-8}	91.7	203	311	418	524	630

The period covered by tests for qualification has to be given in addition to the qualified failure rate.

5.11.1.2 Maintenance of qualification: confidence level: 10%

TABLE II

Required failure rate		H = cumulative unit hours, in millions				
In per cent per 1000 h	In failures per hour	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$	$c = 5$
10	10^{-4}	0.0053	0.011	0.0175	0.0244	0.0315
1	10^{-5}	0.053	0.11	0.175	0.244	0.315
0.1	10^{-6}	0.53	1.1	1.75	2.44	3.15
0.01	10^{-7}	5.3	11	17.5	24.4	31.5
0.001	10^{-8}	53	110	175	244	315

Notes 1. — Le nombre total cumulé prescrit d'unités-heures peut être obtenu à partir d'essais sur un seul lot ou par regroupement des résultats d'essais sur des lots successifs au cours d'une période prescrite dans la spécification.

2. — A partir du nombre de composants à soumettre aux essais et de la période de maintien de la qualification, l'effectif de l'échantillon pour chaque essai est déterminé par la périodicité de l'essai (voir paragraphe 5.12).

5.11.1.3 Extension de la qualification

Pour une extension de la qualification, la spécification doit indiquer la manière dont de nouvelles sélections plus sévères doivent être faites à partir des plans d'échantillonnage pour le taux de défaillances, afin de déterminer l'effectif de l'échantillon, approprié à ce meilleur taux de défaillances estimé, pour l'essai spécifié au paragraphe 5.3. Elle doit également indiquer lesquelles des données accumulées peuvent être prises en compte pour la présentation en homologation suivant ce meilleur taux de défaillances estimé.

5.11.2 Effectif de l'échantillon fixe ou déterminé à partir des tableaux de niveau de qualité acceptable (NQA) de la Publication 410 de la C E I (essai de détermination de la fiabilité)

L'effectif de l'échantillon peut être soit fixe (pour essai à intervalle périodique) soit modifié selon les quantités fabriquées; dans ce dernier cas, l'effectif de l'échantillon doit être basé sur un NQA et un niveau de contrôle choisis dans la Publication 410 de la C E I: Plans et règles d'échantillonnage pour le contrôle par attributs.

A partir:

- a) des unités-heures cumulées au cours de la période
- b) du nombre observé de défectueux

la limite supérieure du taux de défaillances est:

$$\lambda_e = \frac{d + A}{H}$$

avec:

H = unités heures accumulées

A = nombre donné au tableau III selon le nombre observé de défectueux et le niveau de confiance

d = nombre observé de défectueux

5.11.2.1 Qualification et extension de qualification: niveau de confiance 60%

TABLEAU III

Nombre observé de défectueux	0	1	2	3	4	5
A	0,915	1,02	1,1	1,18	1,25	1,3

Le niveau de taux de défaillances normalisé pour lequel les pièces peuvent être qualifiées sera le niveau suivant, égal ou moins bon que λ_e (tableau IV).

Notes 1. — The prescribed accumulated number of unit hours may be achieved from tests on a single lot or by aggregation of test results from sequential lots over a period prescribed in the specification.

2. — From the number of components to be tested, and the period for maintenance of qualification, the sample size for each test is determined by the periodicity of test (see Sub-clause 5.12).

5.11.1.3 Extension of qualification

For extension of qualification, the specification shall state how new stricter selections shall be made from the agreed failure rate sampling plans to derive the sample size, appropriate to the better assessed failure rate, for the test specified in Sub-clause 5.3. It shall also state which of the accumulated data may be taken into account in submitting for qualification approval to the better assessed failure rate.

5.11.2 Sample size fixed or derived from acceptance quality level (AQL) tables in IEC Publication 410 (reliability determination testing)

The sample size may be either fixed (to be tested at a periodic interval) or changed in accordance with the manufactured quantities; in the latter case, the sample size shall be based on an AQL and inspection level selected from IEC Publication 410: Sampling Plans and Procedures for Inspection by Attributes.

From:

a) the cumulative unit hours accumulated during the period

b) the observed number of defectives

the upper limit of failure rate is:

$$\lambda_e = \frac{d + A}{H}$$

with:

H = cumulative unit hours

A = number given in Table III according to the observed number of defectives and the confidence level

d = observed number of defectives

5.11.2.1 Qualification and extension of qualification: confidence level: 60%

TABLE III

Observed number of defectives	0	1	2	3	4	5
A	0.915	1.02	1.1	1.18	1.25	1.3

The standard failure rate level to which the parts may be qualified will be that standard level equal to or poorer than λ_e (Table IV).

TABLEAU IV

Taux de défaillances qualifié	En pour-cent par 1000 h	10	1	0,1	0,01	0,001
	En défaillances par heure	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}

La spécification peut donner des niveaux intermédiaires pour un composant particulier lorsque cela est souhaitable.

5.11.2.2 Maintenance de qualification à 10% de niveau de confiance

La qualification est maintenue à travers la continuation des essais décrits au paragraphe 5.11.2 associés au NQA ou échantillons fixes spécifiés.

5.11.2.3 Extension de la qualification

En vue de l'extension de l'homologation, on doit penser à une nouvelle spécification qui incorpore l'échantillonnage à des exigences de contrôle plus sévères.

Les nouvelles exigences de contrôle doivent être choisies dans la Publication 410 de la C E I et leur choix doit être tel qu'il reflète l'augmentation d'heures-composants requise pour démontrer que le meilleur taux de défaillances estimé peut être obtenu. Lorsque l'effectif de l'échantillon fixe a été utilisé, l'effectif de l'échantillon ou le nombre d'heures d'essai doit être adapté au nouveau taux de défaillances estimé.

5.12 Maintenance ou retrait de l'homologation

La spécification doit indiquer les causes conduisant au retrait de l'homologation et les conditions à satisfaire pour le maintien de l'homologation.

5.12.1 Période de temps

La spécification doit indiquer la période (fixe ou maximale), sur laquelle les exigences pour le maintien de l'homologation doivent être satisfaites.

L'essai de qualification doit avoir été terminé et satisfaisant avant la fin de la période prescrite; autrement, l'homologation est retirée.

Les périodes de temps préférentielles sont:

TABLEAU V

Taux de défaillances	Périodes de temps préférentielles en mois	
	Courtes	Longues
Valeur en défaillances par heure		
10^{-4}	3	3
10^{-5}	3	6
10^{-6}	6	12
10^{-7}	9	24
10^{-8}	18	36

TABLE IV

Qualified failure rate	In per cent per 1 000 h	10	1	0.1	0.01	0.001
	In failures per hour	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}

The specification can give intermediate levels for a particular component where it is desirable.

5.11.2.2 Maintenance of qualification at 10% confidence level

Qualification is maintained through the continuation of the testing described in Sub-clause 5.11.2 associated with the specified AQL's or fixed samples.

5.11.2.3 Extension of qualification

For extension of qualification, approval shall be sought to a new specification which incorporates sampling to more severe inspection requirements.

The new inspection requirements shall be chosen from IEC Publication 410 and their choice shall be such as to reflect the increase in component hours required to demonstrate that the better assessed failure rate can be achieved. Where a fixed sample size has been used, the sample size or the number of test hours shall be matched to the new assessed failure rate.

5.12 Maintenance or withdrawal of qualification approval

The specification shall indicate the causes leading to the withdrawal of qualification approval and the conditions to comply with for maintaining qualification approval.

5.12.1 Period of time

The specification shall state the period (fixed or maximum) over which requirements for maintenance of qualification approval have to be satisfied.

The qualification test shall have been satisfactorily completed before the end of the prescribed period; otherwise, qualification approval is withdrawn.

The preferential periods of time are:

TABLE V

Failure rate	Preferential periods of time in months	
Value in failures per hour	Short	Long
10^{-4}	3	3
10^{-5}	3	6
10^{-6}	6	12
10^{-7}	9	24
10^{-8}	18	36

5.12.2 *Effectif de l'échantillon déterminé à partir du taux de défaillances requis*

L'homologation doit être retirée lorsque le taux de défaillances estimé, calculé à partir des données accumulées, est plus mauvais que le taux de défaillances estimé qui a été revendiqué et pour lequel l'homologation avait été accordée (voir critères d'acceptation pour le maintien de la qualification dans le tableau II).

5.12.3 *Effectif de l'échantillon fixe, ou déterminé à partir des tableaux de NQA*

L'homologation doit être retirée lorsque les conditions, spécifiées dans la Publication 410 de la C E I pour le passage du contrôle «normal» en «renforcé» et celles pour «l'interruption du contrôle» se trouvent réalisées.

La spécification particulière doit prescrire les règles à suivre concernant le retrait de l'homologation lorsqu'un effectif de l'échantillon fixe a été utilisé.

6. Taux de défaillances estimé

L'énoncé des niveaux de taux de défaillances, soit en tant qu'exigence, soit en tant que niveau pouvant être prouvés par un volume d'essais déterminé, doit figurer dans la spécification du composant. Cet énoncé devrait clairement indiquer le(s) niveau(x) de taux de défaillances, le(s) niveau(x) de confiance impliqué(s), et le(s) niveau(x) de contraintes applicables. Ces niveaux de taux de défaillances doivent être utilisés pour l'achat de composants à fiabilité spécifiée.

Note. — Il serait hasardeux pour les concepteurs d'équipements responsables de l'exécution des calculs préliminaires de la moyenne des temps de hors fonctionnement (MTBF), d'utiliser sans précautions les taux de défaillances ainsi définis.

6.1 *Niveaux de taux de défaillances préférentiels*

Lorsqu'un niveau de taux de défaillances est spécifié, les valeurs préférentielles suivantes devraient être utilisées:

1×10^{-5} , 1×10^{-6} , 1×10^{-7} et 1×10^{-8} par heure.

Sauf lorsque le taux de défaillances est constant, les niveaux de taux de défaillances s'appliquent seulement pour des périodes de temps déterminées.

Note. — Si dans l'approche A (essai de conformité en fiabilité) des niveaux de taux de défaillances intermédiaires sont souhaitables pour une classe particulière de composants, de tels niveaux peuvent être spécifiés à condition que chaque niveau de taux de défaillances soit identifié par des exigences spécifiques d'acceptation pour l'essai. En toute éventualité, il ne doit pas être fourni plus de cinq niveaux pour une seule et même spécification pour un composant.

6.2 *Niveaux de confiance*

Le taux de défaillances estimé doit être déterminé en utilisant l'intervalle de confiance unilatéral dont la limite supérieure correspond à 90%, 60% ou 10% de niveau de confiance.

60% est préférentiel pour les essais de détermination et pour la qualification initiale. 10% est préférentiel pour le maintien de qualification sur une base continue.

6.3 *Relations entre taux de défaillances, niveau de confiance, critère d'acceptation et effectif de l'échantillon*

Le choix d'un niveau de confiance et d'un critère d'acceptation est une décision technico-économique complexe. une confiance élevée peut exiger des échantillons importants, particulièrement dans les cas où le taux de défaillances requis est bas.

5.12.2 *Sample size derived from the required failure rate*

Qualification approval shall be withdrawn when the assessed failure rate, calculated from the accumulated data, is worse than the assessed failure rate which has been claimed and for which qualification approval has been granted (see acceptance criteria for maintenance of qualification in Table II).

5.12.3 *Sample size fixed or derived from AQL tables*

Qualification approval shall be withdrawn when the conditions specified in I E C Publication 410 for change from “normal” to “tightened” inspection and those for “discontinuation of inspection” have occurred.

The detail specification shall prescribe the rules to be obeyed concerning the withdrawal of qualification approval where a fixed sample size has been used.

6. **Assessed failure rate**

A statement of the failure rate levels, either as a requirement or which can be demonstrated by a stated amount of testing, shall be included in the component specification. This statement should clearly indicate the failure rate level(s), the confidence level(s) involved, and the applicable stress level(s). These failure rate levels shall be used in purchasing components of a specified reliability.

Note. — It would be hazardous for equipment designers responsible for making preliminary calculations of mean times between failures (MTBF) to use the failure rates so defined without suitable precautions.

6.1 *Preferred failure rate levels*

When a failure rate level is specified, the following preferred values should be used:

1×10^{-5} , 1×10^{-6} , 1×10^{-7} and 1×10^{-8} per hour.

Except where the failure rate is constant, the failure rate levels apply to fixed time periods only.

Note. If in Procedure A (reliability compliance testing) intermediate failure rate levels are desirable for a particular component class, such levels may be specified provided that each failure rate level is identified with specific acceptance test requirements. In any event, not more than five levels shall be provided in a single specification for a component.

6.2 *Confidence levels*

The assessed failure rate shall be determined using the one-sided confidence interval of which the upper limit is related to a 90%, 60% or 10% confidence level.

60% is preferred for determination tests and for initial qualification. 10% is preferred for maintenance of qualification on a continuing basis.

6.3 *Relations between failure rate, confidence level, acceptance number and sample size*

The choice of confidence level and acceptance number is a complex technical economic decision. High confidence may require large samples, particularly in cases where the required failure rate is low.

Pour réduire le risque de refus injustifié, des critères d'acceptation élevés peuvent être préférés.

En contrepartie, des plans comportant des critères d'acceptation plus élevés, quel que soit le niveau de confiance, augmentent l'effectif de l'échantillon et le coût des essais.

Le tableau VI fait apparaître — colonne 3 — le rapport entre l'effectif de l'échantillon requis correspondant à la première valeur du paramètre variable donné dans la colonne 2, et l'effectif de l'échantillon requis pour la valeur de ces paramètres.

TABLEAU VI

Paramètres constants	Paramètres variables	Rapport des effectifs des échantillons
Critère d'acceptation $c = 0$ taux de défaillances constant	Niveau de confiance: 90% et 60%	2,5
Critère d'acceptation $c = 2$ taux de défaillances constant	Niveau de confiance: 90% et 60%	1,7
Niveau de confiance 60% taux de défaillances constant	$c = 2$ et 0	3,4
Niveau de confiance et critère d'acceptation constants	Taux de défaillances 0,1 et 1%	10

7. Méthodes d'essais de fiabilité

7.1 Méthodes dépendant de la distribution des défaillances en fonction du temps

Les distributions de défaillances dans le temps peuvent être caractérisées par un taux de défaillances constant, croissant ou décroissant au cours d'intervalles de temps particuliers.

(Comme il est précisé au paragraphe 5.6, le texte de ce guide est principalement applicable au cas du taux de défaillances constant.)

7.1.1 Taux de défaillances constant en fonction du temps

7.1.1.1 Temps cumulé d'essais des composants

Des essais de différentes durées peuvent être effectués. Les résultats de tous les essais pour toutes les périodes sont rassemblés et le taux de défaillances calculé à partir des résultats accumulés.

Le nombre d'unités exposées à chaque période est multiplié par la durée de la période et un produit unités-heures est déterminé. Les produits unités-heures sont totalisés pour toutes les périodes de temps, afin d'obtenir une somme unique d'unités-heures représentant l'ensemble de tous les essais.

To reduce the risk of unwarranted rejection, high acceptance numbers might be preferred.

On the other hand, higher acceptance number plans for any given confidence level increase the sample size and testing costs.

Table VI shows in column 3 the ratio of the sample size required for the first value of the variable parameters in column 2 to the sample size required for the second value of those parameters.

TABLE VI

Constant parameters	Variable parameters	Sample size ratio
Acceptance number $c = 0$ constant failure rate	Confidence level: 90% and 60%	2.5
Acceptance number $c = 2$ constant failure rate	Confidence level: 90% and 60%	1.7
Confidence level 60% constant failure rate	$c = 2$ and 0	3.4
Confidence level and acceptance number are constant	Failure rate 0.1 and 1%	10

7. Reliability testing methods

7.1 Methods depending upon the distribution of failures with time

Failure-in-time distributions may be categorized by a constant, increasing or decreasing failure rate during particular time intervals.

(As stated in Sub-clause 5.6, the text of this guide is mainly applicable to the case of constant failure rate.)

7.1.1 Failure rate constant with time

7.1.1.1 Accumulated component time testing

Tests may be performed for varying lengths of time. The results of all tests for all time periods are collected together and the failure rate calculated from the accumulated results.

The number of units exposed for each time period is multiplied by the duration of the period and a unit hours product is determined. The unit hour products for all time periods are totalled to obtain a single unit hour sum representing the aggregate of all testing experience.

7.1.2 Taux de défaillances non constant dans le temps

Dans certains cas, la distribution du taux de défaillances dans le temps peut ne pas être connue. La conception des essais de fiabilité dépendra, en partie, de la nature de telles distributions et de la connaissance que l'on en a.

7.1.2.1 Durée d'essais variable

Dans cette méthode, la distribution des défaillances dans le temps est estimée. Ceci peut être fait en essayant un échantillon pendant un intervalle de temps fixe et en mesurant durant cette intervalle l'apparition de chaque défaillance. D'une autre manière, divers échantillons peuvent être essayés pour une suite de différentes périodes de temps. La proportion de défaillants de chaque échantillon à la fin de sa période de temps est alors mesurée.

Dans le cas d'apparition de défaillances précoces, le taux de défaillances devrait être calculé à partir de la fin de la période de défaillances précoces.

7.1.2.2 Essai sur un intervalle de temps fixe

Cette méthode est préférentielle dans les cas où le taux de défaillances est soit connu pour n'être pas constant, soit ne pouvant raisonnablement être présumé constant. Tous les essais doivent être effectués pendant des périodes de temps fixes.

Les estimations de taux de défaillances qui en découlent et la qualification sont limitées à la période de temps de chaque essai particulier.

Par exemple, un essai réalisé avec une durée de 500 h permettra de calculer le taux de défaillances estimé et de l'exprimer par exemple sous la forme 10^{-5} par heure pour 500 h. Aucune estimation ne peut être faite directement à partir des résultats pour un taux de défaillances sur 1000 h ou tout autre durée.

7.1.2.3 Essai séquentiel

Cette méthode peut être basée sur la distribution des défaillances dans le temps, ou sur la loi binômiale. Lorsqu'elle est basée sur la distribution des défaillances dans le temps, un nombre de composants est soumis à l'essai jusqu'à ce que le temps cumulé et le nombre de défaillances soient suffisants pour permettre une décision. Lorsque la méthode est basée sur la loi binômiale, les composants sont essayés pendant une période de temps fixe.

7.2 Essai avec nombre de défaillances fixé

Cette méthode impose de soumettre à l'essai une quantité déterminée d'unités jusqu'à ce qu'un nombre de défaillances fixé à l'avance soit apparu.

Il est normalement nécessaire de mesurer le temps écoulé jusqu'à l'apparition de chaque défaillance.

Cette méthode est surtout applicable lorsqu'il s'agit de composants coûteux, ou lorsqu'une détermination très précise des instants d'arrivée des défaillances est requise.

7.3 Essai avec des limites resserrées

Pour les composants dont on peut prévoir une manifestation de la dégradation du (des) paramètre(s) caractérisant les défaillances, dégradation à un taux connu et pouvant faire l'objet d'une prévision au cours de l'essai de durée de vie, le temps requis pour prendre une décision peut être écourté en resserrant les limites de détermination de défaillances sur les paramètres déterminants.