

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 319

Première édition — First edition

1970

**Présentation des données de fiabilité pour les composants
(ou pièces détachées) électroniques**

**Presentation of reliability data on electronic
components (or parts)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60319:1970

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

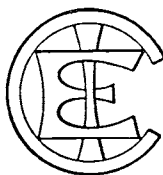
Publication 319

Première édition — First edition

1970

**Présentation des données de fiabilité pour les composants
(ou pièces détachées) électroniques**

**Presentation of reliability data on electronic
components (or parts)**



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
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Objet.	6
2. Eléments généraux requis pour caractériser la fiabilité	6
3. Clauses détaillées pour le compte rendu des données de fiabilité	10
ANNEXE A – Méthodes pour mettre en évidence des variations des caractéristiques des composants (ou pièces détachées).	14
TABLEAU I: Fréquences groupées	22
TABLEAU II: Résultats bruts	23
FIGURE 1: Diagramme de dispersion	24
FIGURE 2: Représentation graphique sur papier à échelles fonctionnelles	25
FIGURE 3: Représentation graphique des percentiles	26
ANNEXE B – Grille des durées pour les essais de fiabilité et pour l'acquisition des données	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. General requirements for characterizing reliability	7
3. Detailed requirements for reporting reliability data	11
APPENDIX A – Methods of showing changes in component (or part) characteristics	15
TABLE I: Grouped frequencies	22
TABLE II: Primary data	23
FIGURE 1: Scattergram plot.	24
FIGURE 2: Probability paper plot	25
FIGURE 3: Percentile plot	26
APPENDIX B – Time grid for reliability tests and data acquisition	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PRÉSENTATION DES DONNÉES DE FIABILITÉ POUR LES COMPOSANTS
(OU PIÈCES DÉTACHÉES) ÉLECTRONIQUES**

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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 56 de la C E I: Fiabilité des composants et des matériels électroniques.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965, et un deuxième projet lors de la réunion tenue à Hambourg en 1966. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1967. Les commentaires reçus furent discutés lors de la réunion tenue à Prague en 1967, et un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en avril 1968.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du texte principal et de l'annexe A:

Australie
Belgique
Canada
Danemark
Finlande
France
Israël
Italie
Japon
Pays-Bas

Pologne
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes
Soviétiques
Yougoslavie

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de l'annexe B:

Afrique du Sud
Australie
Belgique
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Israël
Japon

Pays-Bas
Pologne
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes
Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PRESENTATION OF RELIABILITY DATA ON
ELECTRONIC COMPONENTS (OR PARTS)**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 56, Reliability of Electronic Components and Equipment.

A first draft was discussed at the meeting held in Tokyo in 1965 and a second draft at the meeting held in Hamburg in 1966. As a result of this latter meeting, a new draft was circulated to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1967. Comments received were discussed at the meeting held in Prague in 1967 and an amended draft was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication of the main text and Appendix A:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	Yugoslavia

The following countries voted explicitly in favour of publication of Appendix B:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
	United States of America

PRÉSENTATION DES DONNÉES DE FIABILITÉ POUR LES COMPOSANTS (OU PIÈCES DÉTACHÉES) ÉLECTRONIQUES

INTRODUCTION

La complexité croissante des équipements électroniques, le très grand nombre de composants (ou pièces détachées) utilisés et les exigences de fiabilité représentent de sérieuses difficultés pour le projecteur d'un circuit ou d'un équipement. Pour pouvoir prévoir les performances opérationnelles d'un équipement, il est nécessaire d'avoir des données détaillées sur les variations des paramètres caractéristiques et les probabilités de défaillances des composants électroniques (ou pièces détachées) associés.

1. Objet

Des informations sur les valeurs nominales et limites, les caractéristiques, les dimensions, etc., d'un composant électronique (ou pièce détachée) sont normalement fournies par des spécifications, catalogues et feuilles particulières. Les recommandations ci-dessous ont pour but de présenter les informations nécessaires pour caractériser la fiabilité. Une information basée sur les faits devrait être disponible pour que le projecteur du circuit et de l'équipement puisse évaluer correctement la fiabilité de ses circuits et de ses unités fonctionnelles. Nombre de ces informations seront obtenues à partir des essais de fiabilité effectués sur les composants électroniques (ou pièces détachées) et devraient être présentées comme il est indiqué ci-dessous.

Note. — La validité et la valeur des informations et des données fournies par un essai de fiabilité dépendent des procédures, méthodes et durées des essais, de la taille des échantillons, de l'environnement, etc., en résumé des conditions dans lesquelles de telles données ont été obtenues. L'importance qu'il y a à associer résultats d'essais et spécifications à partir desquelles ils ont été obtenus ne saurait être surestimée.

2. Éléments généraux requis pour caractériser la fiabilité

2.1 Identification des composants essayés

L'information permettant l'identification du composant (ou pièce détachée) devra être conforme à la publication correspondante de la CEI ou aux autres spécifications. Toute information supplémentaire nécessaire pour identifier clairement le composant (ou pièce détachée) doit être fournie par le fabricant (voir le paragraphe 3.2.1).

2.2 Conditions d'essai

Les sévérités et les procédures pour les essais climatiques et mécaniques devront être conformes à la Publication 68 de la CEI : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, ou à ses modifications introduites dans les spécifications des composants (ou pièces détachées).

PRESENTATION OF RELIABILITY DATA ON ELECTRONIC COMPONENTS (OR PARTS)

INTRODUCTION

The increasing complexity of electronic equipment, the very large number of components (or parts) used, and the requirement for reliability present serious difficulties to the circuit and equipment designer. To be able to predict the operating performance of an equipment, detailed data are necessary on the changes in characteristics and failure probabilities of the associated electronic components (or parts).

1. Scope

Information on ratings, characteristics, dimensions, etc., of an electronic component (or part) is normally supplied in specifications, catalogues and data sheets. The following recommendations are intended to indicate the information needed for characterizing reliability. Factual information should be available to the circuit and equipment engineer to enable him to correctly assess the reliability of his circuits and units. Much of this information will be obtained from reliability tests made on the electronic component (or part) and should be presented as indicated herein.

Note. — The validity and value of reliability test information and data depend upon the testing procedures, methods, duration, sample sizes, environments, etc., under which such data were obtained. The importance of associating test data with the specifications in accordance with which they were obtained cannot be over-emphasized.

2. General requirements for characterizing reliability

2.1 Identification of components tested

Information identifying the components (or parts) shall be in accordance with the relevant IEC Publication or other component (or part) specification. Any additional information necessary to clearly identify the component (or part) shall be provided by the manufacturer (see Sub-clause 3.2.1).

2.2 Test circumstances

The severities and procedures for climatic and mechanical tests shall be in accordance with IEC Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures, or modifications thereof, as covered by component (or part) specifications.

2.3 *Taux de défaillance*

2.3.1 *Cas où le taux de défaillance peut être supposé constant*

La valeur numérique de ce taux de défaillance peut être extrêmement faible. Néanmoins, elle est de la plus grande importance pour la prédiction de la fiabilité d'un équipement et devra être fournie.

Comme l'estimation du taux de défaillance implique des essais portant sur de très grands échantillons, il sera généralement impossible d'avoir des valeurs numériques correspondant à plus d'une ou deux conditions de contraintes spécifiées. Les modes de défaillances et les définitions des défaillances doivent être indiqués.

2.3.2 *Cas où le taux de défaillance peut être supposé non constant*

A l'étude.

2.3.3 *Taux de défaillance en fonction des contraintes*

A l'étude.

2.3.4 *Taux de défaillance en fonction de la définition de la défaillance*

A l'étude.

2.4 *Modifications en fonction du temps des caractéristiques spécifiées*

L'information mettant en évidence les modifications des caractéristiques spécifiées pendant ou après des durées spécifiées d'exposition aux contraintes électriques, climatiques et mécaniques (ou combinaison d'entre elles) doit être fournie. L'annexe A, page 14, indique les méthodes préférentielles de présentation de ces informations.

2.5 *Défaillances*

Les modes de défaillance et la définition de la défaillance doivent être indiquées. Les temps avant défaillance peuvent être représentés par la moyenne et l'écart type ou par la distribution. Dans les deux cas les variations de ces temps avant défaillance associées aux différents niveaux de contraintes électriques et d'environnement appliquées peuvent être fournis sous forme d'une famille de courbes.

Si les résultats peuvent être approchés par une fonction mathématique de façon satisfaisante, il peut être suffisant de donner les paramètres de la fonction dans un tableau. Pour les composants (ou pièces détachées) dont la durée de vie utile est limitée par l'usure, on devra fournir les données sur l'instant d'apparition des défauts d'usure.

2.3 *Failure rate*

2.3.1 *Failure rate which can be assumed to be constant*

The numerical value of the failure rate may be extremely small. Nevertheless, it is of major importance for the prediction of the reliability of an equipment and shall be supplied.

As the assessment of failure rate implies very large sample testing, it will usually be impossible to have values corresponding to more than one or two specified stress conditions. The failure modes and definitions of failures shall be stated.

2.3.2 *Failure rate which can be assumed not to be constant*

Under consideration.

2.3.3 *Failure rate as a function of stresses*

Under consideration.

2.3.4 *Failure rate as a function of definition of failure*

Under consideration.

2.4 *Changes in specified characteristics with time*

Information shall be supplied to show changes in specified characteristics during or after specified durations of exposure to electrical, climatic and mechanical stresses or combinations of these. Appendix A, page 15, gives preferred methods of presenting such information.

2.5 *Failures*

The failure modes and the definition of failure shall be supplied. The time to failure may be expressed in terms of mean and standard deviation or the distribution. In both cases, the variations of these times with various applied electrical and environmental stress levels may be supplied as a family of curves.

If results can be satisfactorily approximated by a mathematical function, it may be sufficient to present the function parameters in a table. For components (or parts) whose useful life is limited by wear-out, data on the time of onset of wear-out failures shall also be supplied.

3. **Clauses détaillées pour le compte-rendu des données de fiabilité**

3.1 *Généralités*

La méthode de présentation décrite ici doit être utilisée par les fabricants de composants (ou pièces détachées) ou par tout autre pour rendre compte de résultats d'essais de fiabilité. Les informations concernant la fiabilité des composants (ou pièces détachées) obtenues à partir du fonctionnement d'équipements en laboratoire ou en exploitation, peuvent exiger des méthodes différentes.

3.2 *Informations à fournir*

Les informations à fournir sont divisées en quatre catégories principales comme cela est détaillé ci-après. Des informations supplémentaires relatives aux détails nécessaires de nature administrative devraient être fournies ainsi que dans chaque cas toute information spéciale importante pour l'appréciation des données de fiabilité.

3.2.1 *Identification des composants (ou pièces détachées) essayés*

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- a) Nature du composant (ou pièce détachée), par exemple: transistor silicium planar épitaxié.
- b) Désignation de la spécification applicable (avec indication de l'édition et/ou de la date).
- c) Désignation du modèle.
- d) Renseignements concernant les valeurs nominales ou limites et les caractéristiques; par exemple si on doit rendre compte d'essais de stockage, on devrait indiquer la température limite du stockage.
- e) Nom du fabricant et lieu de production.
- f) Date de fabrication ou numéro du lot ou, si cela n'est pas disponible, date de réception.
- g) Type de production, par exemple production de série, échantillons de développement, etc.
- h) Indication du fait que les composants (ou pièces détachées) ont subi les essais normaux de production ou une sélection unitaire spéciale.
- i) Méthode de prélèvement des échantillons, par exemple prélevés à raison de dix par semaine pendant dix semaines, choisis au hasard parmi un lot approvisionné de 10 000, etc.

3.2.2 *Description des circonstances de l'essai*

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- a) Par qui les résultats ont-ils été obtenus, par exemple par le département assurance de la qualité du fabricant.
- b) Description des conditions d'essais utilisées avec référence aux valeurs nominales ou limites des composants et nombre de composants (ou pièces détachées) dans chaque condition.
- c) Valeurs mesurées et quantités pour chacune des valeurs.

3. Detailed requirements for reporting reliability data

3.1 General

The method of presentation described herein shall be used by manufacturers of components (or parts) and others in reporting the results of reliability tests. Information on component (or part) reliability obtained from the operation of equipment, either in the laboratory or in the field, may require different methods.

3.2 Information to be supplied

Information to be supplied is divided into four main categories as detailed below. Additional information should be supplied containing any necessary items of an administrative nature and special information of importance in each case for judgment of the reliability data.

3.2.1 Identification of components (or parts) tested

The following information shall be supplied:

- a) Kind of component (or part), e.g. silicon planar epitaxial transistor.
- b) Relevant specification number (with issue identification and/or date).
- c) Type number.
- d) Relevant information about ratings or characteristics, e.g. if storage tests were to be reported, the rating for storage temperature would be given.
- e) Manufacturer and place of manufacture.
- f) Date of manufacture, or lot number or, if unavailable, date of receipt.
- g) Production status, e.g. standard production, development samples, etc.
- h) Statement as to whether the components (or parts) have been subjected to normal production tests or to special screening.
- i) Method of selecting samples, e.g. drawn at a rate of ten per week over a ten-week period, selected at random from a purchased batch of 10 000, etc.

3.2.2 Description of test circumstances

The following information shall be supplied:

- a) By whom the results were obtained, e.g., quality assurance department of manufacturer.
- b) Description of the test conditions used, with reference to the ratings of the components (or parts), and number of components (or parts) in each condition.
- c) Values tested and quantity of each value.

- d) Description de la méthode utilisée pour les mesures lorsque la spécification prévoit des variantes.
- e) Description des caractéristiques mesurées (par exemple résistance) et des conditions de mesure.
- f) Précision des méthodes de mesure, dans le cas où elle n'est pas incluse dans la spécification.
- g) Durée de l'essai et instants de mesure (par exemple: 500 h, 1 000 h, etc.). (Voir l'annexe B.)
- h) Critères de défaillances utilisés et limites correspondantes pour les valeurs initiales.

3.2.3 *Compte rendu des résultats obtenus*

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- a) Le nombre de défaillances relevées, classées par conditions d'essai.
- b) Si une information sur la dérive des caractéristiques est donnée, le nombre de composants (ou pièces détachées) non inclus dans l'analyse, par exemple parce qu'ils ont été éliminés à la suite de défaillances totales, doit être indiqué.
- c) Les instants auxquels les défaillances sont survenues ou ont été vérifiées.
- d) Incidents particuliers ayant eu lieu lors de l'essai.
- e) Indication du mécanisme de défaillance, s'il est connu.
- f) Si des résultats d'essais sont éliminés, on devra les indiquer séparément ainsi que les raisons pour lesquelles ils ne figurent pas dans la présentation des résultats.

3.2.4 *Informations déduites des résultats*

3.2.4.1 *Présentation des taux de défaillance*

Les taux de défaillance devraient être présentés conformément à l'annexe C.

Pour la présentation des informations, on doit observer les règles suivantes:

- a) Les taux de défaillance des composants (ou pièces détachées) qui ont subi une défaillance dans l'échantillon en essai seront rapportés à la durée d'essai; par exemple:
 $4 \times 10^{-6}/h$ pour 2 000 h (la période d'essai étant de 2 000 h) plutôt que d'indiquer un taux de défaillance seul par exemple, sous la forme 0,4% par 1 000 h. Tout changement constaté dans la valeur du taux de défaillance au cours de la période d'essai doit également être signalé.
- b) La limite supérieure de l'intervalle de confiance (et la limite inférieure, si appropriée) doit être fournie, les niveaux de confiance préférentiels sont 60% et 90%. On doit indiquer si le taux de défaillance est observé, estimé ou extrapolé.

3.2.4.2 *Présentation des variations des caractéristiques en fonction du temps*

Ces variations devraient être présentées conformément à l'annexe A, page 14.

3.2.4.3 *Extrapolation à partir des résultats d'essais*

L'extrapolation, en fonction soit de la durée, soit de la sévérité de l'environnement, devrait être évitée dans tous les cas sauf lorsque les mécanismes de défaillance sont entièrement compris. Dans les cas où l'on extrapole, on devrait fournir des informations sur les mécanismes de défaillance, ainsi que les données réelles qui ont fourni les bases sur lesquelles les extrapolations sont faites.

- d) Description of the method used for measurement where the specification permits alternative methods.
- e) Description of characteristics measured, e.g. resistance, and the measuring conditions.
- f) Accuracy of the measurement methods, if not included in the specification.
- g) The duration of the test and the times at which the measurements were taken (e.g. 500 h, 1 000 h, etc.). (See Appendix B.)
- h) The failure criteria used, and the relevant limits of initial values.

3.2.3 *Factual account of the results obtained*

The following information shall be supplied:

- a) The number of failures observed, categorized by test conditions.
- b) If information on characteristic drift is given, the number of components (or parts) not included in the analysis, e.g. because they have been eliminated as complete failures, shall be stated.
- c) The times at which the failures occurred or were verified.
- d) Special events occurring during testing.
- e) Statement of the failure mechanism, if known.
- f) If data from tests are discarded, these data, and the reasons why they are not used in the presentation of results, shall be given separately.

3.2.4 *Information derived from the results*

3.2.4.1 *Presentation of failure rates*

Failure rates should be presented in accordance with Appendix C.

For the presentation of information, the following rules shall be applied:

- a) The failure rates of components (or parts) failing in the sample tested shall preferably be supplied in terms of the test periods, e.g.:
 $4 \times 10^{-6}/\text{h}$ in 2 000 h (the test period being 2 000 h) rather than the failure rate alone, e.g. 0.4% per 1 000 h. Any changes in failure rate that have been observed during the period shall also be supplied.
- b) The upper confidence limit (and the lower where appropriate) shall be supplied. Preferred confidence levels are 60% and 90%. It shall be stated whether the failure rate is observed, assessed, or extrapolated.

3.2.4.2 *Presentation of changes in characteristics with time*

These changes should be presented in accordance with Appendix A, page 15.

3.2.4.3 *Extrapolation from test results*

Extrapolation, either in time or in environmental severity, should be avoided in all cases except where the mechanisms of failure are thoroughly understood. In cases where extrapolations are made, information on the mechanisms of failure, together with the factual data providing the basis on which the extrapolations are made, should be given.

ANNEXE A

MÉTHODES POUR METTRE EN ÉVIDENCE DES VARIATIONS DES CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS (OU PIÈCES DÉTACHÉES)

1. Les quatre méthodes suivantes sont recommandées pour la présentation d'informations sur les variations des caractéristiques des composants (ou pièces détachées):

- a) Représentation graphique du diagramme de dispersion, figure 1, page 24.
- b) Représentation graphique sur papier à échelle fonctionnelle, figure 2, page 25.
- c) Représentation graphique des percentiles, figure 3, page 26.
- d) Tableau des fréquences groupées, tableau I, page 22.

On présente les avantages et les inconvénients de chaque méthode et également les conditions dans lesquelles l'une ou l'autre est particulièrement appropriée. Dans certains cas, on peut utiliser plus d'une méthode.

A titre d'exemple de l'emploi de ces méthodes, on a représenté selon les quatre possibilités l'effet d'un essai d'endurance en surcontrainte sur le gain de 50 transistors planar au silicium.

En guise de complément, les résultats bruts sont aussi indiqués (tableau II, page 23) et discutés, mais on ne recommande pas cette procédure pour la présentation des données.

2. **Représentation graphique du diagramme de dispersion (figure 1)**

2.1 *Avantages*

- a) L'identité des composants (ou pièces détachées) est conservée. Le diagramme de dispersion indique les valeurs réelles pour chaque composant (ou pièce détachée) pris individuellement.
- b) Des résultats supplémentaires peuvent être rapidement intégrés au diagramme.

2.2 *Inconvénients*

- a) Cette méthode ne convient que pour des résultats «avant et après». Elle ne peut être utilisée d'une manière satisfaisante pour mettre en évidence l'allure d'une variation continue pendant un certain intervalle de temps.
- b) Elle ne peut s'appliquer qu'à d'assez petits échantillons. Même avec l'échantillon étudié de 50 composants seulement, plusieurs résultats n'ont pu être représentés.
- c) Elle ne donne qu'une idée grossière de la distribution des caractéristiques.
- d) La taille de l'échantillon doit être donnée séparément.

APPENDIX A

METHODS OF SHOWING CHANGES IN COMPONENT (OR PART) CHARACTERISTICS

1. The following four methods are recommended for the presentation of information on components (or parts) characteristic changes:
 - a) Scattergram plot, Figure 1, page 24.
 - b) Probability paper plot, Figure 2, page 25.
 - c) Percentile plot, Figure 3, page 26.
 - d) Grouped frequency distribution table, Table I, page 22.

The advantages and disadvantages of each are given and also the situation in which one or other is particularly appropriate. In some cases, more than one method may be used.

As an example of the use of these methods, the effect of an overstress endurance test on the gain of 50 silicon planar transistors has been presented in the four different ways.

For completeness, the primary data is also given (Table II, page 23) and discussed, but this is not recommended as a method of presenting data.

2. Scattergram plot (Figure 1)

2.1 Advantages

- a) Component (or part) identity is retained. The scattergram shows the actual values of individual components (or parts).
- b) Additional results can be readily added.

2.2 Disadvantages

- a) The method is suitable for application only to “before and after” results. It cannot be used satisfactorily to show the pattern of continuing changes over a period of time.
- b) It is applicable only to fairly small samples. Even with this sample of only 50, it was not possible to plot several of the results.
- c) It gives only a very crude idea of the characteristic's distribution.
- d) The sample size has to be given separately.

3. Représentation graphique sur papier à échelles fonctionnelles (figure 2)

3.1 Avantages

- a) Cette méthode montre clairement la distribution des caractéristiques et la façon dont elle a évolué en fonction du temps. Elle indique immédiatement l'importance de l'écart des distributions par rapport à la distribution normale.
- b) Elle convient pour des échantillons de toute taille. Les résultats provenant de très grands échantillons peuvent être aisément représentés. Sur la figure 2, seule la moitié des résultats disponibles entre les 20e et 80e percentiles a été indiquée, mais pratiquement sans perte d'information. Avec un échantillon plus grand, il serait nécessaire de ne représenter qu'une faible proportion des résultats disponibles.

3.2 Inconvénients

- a) L'identité de chaque composant (ou pièce détachée) est perdue.
- b) Il est impossible d'intégrer des résultats supplémentaires.
- c) La méthode ne convient que pour des résultats «avant et après». Si l'on essaie de représenter simultanément plus de deux distributions, on aboutit couramment à la confusion, surtout si les courbes s'enchevêtrent.

3.3 Remarques supplémentaires

- a) Une caractéristique distribuée suivant une loi normale donnera une droite sur du papier graphique gaussien. Une caractéristique avec distribution log-normale peut de même être mise en évidence sur papier log-normal.
- b) On peut obtenir les valeurs des percentiles en classant les valeurs des caractéristiques par ordre croissant puis en appliquant la relation suivante:

$$P = \frac{100}{n} \cdot \left(R - \frac{1}{2} \right)$$

où:

P est le percentile

n est la taille de l'échantillon

R est le numéro d'ordre dans le classement

4. Représentation graphique des percentiles (figure 3, page 26)

4.1 Avantages

- a) La méthode s'applique pleinement pour représenter des variations continues pendant un intervalle de temps donné. Elle ne se limite pas aux résultats «avant et après».
- b) Elle s'applique à des échantillons de toute taille supérieure à 10. Les courbes ne peuvent s'enchevêtrer. Le graphique final n'est pas plus complexe pour les grands échantillons que pour les petits.

3. Probability paper plot (Figure 2)

3.1 Advantages

- a) The method shows clearly the characteristic's distribution and the way this has changed with time. It shows immediately the extent of the departure of the distributions from normality.
- b) It is suited to samples of all sizes. The results from very large samples can be plotted conveniently. In Figure 2, only half of the results available between the 20th and 80th percentiles were plotted, but with almost no loss of information. With a larger sample it would be necessary to plot only a small proportion of the available results.

3.2 Disadvantages

- a) Component (or part) identity is lost.
- b) Additional results cannot be added.
- c) The method is suitable for application only to "before and after" results. Attempts to plot more than two distributions simultaneously usually lead to confusion, particularly if the curves cross each other.

3.3 Additional features

- a) A normally distributed characteristic will give a linear plot on normal distribution probability paper. A characteristic with a log-normal distribution can be plotted in a similar way on logarithmic probability paper.
- b) The percentile values can be obtained by placing the characteristic values in ranked order and then applying the following equation:

$$P = \frac{100}{n} \cdot \left(R - \frac{1}{2} \right)$$

where :

P is the percentile

n is the sample size

R is the rank number in the classification

4. Percentile plot (Figure 3, page 26)

4.1 Advantages

- a) The method is fully applicable to the representation of continuous changes over a period of time. It is not restricted to "before and after" results.
- b) It is applicable to all sample sizes from 10 upwards. Curves cannot cross. The final graph is no more complex for large samples than for small.

- c) 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 papier à échelle fonctionnelle offrant ainsi quelques-uns des avantages de la méthode décrite en figure 2, page 25.
- d) On peut effectuer une estimation de la courbe reliant le pourcentage d'éléments défaillants au temps pour toute limite spécifiée de défaillance par dégradation.
- e) Quand un essai d'endurance se poursuit sur un échantillon particulier, des résultats ultérieurs pour des durées plus grandes peuvent être intégrés aisément.
- f) Des percentiles préférentiels (par exemple 2e, 10e, 50e) pourraient être établis pour tous les composants, ceci faciliterait les comparaisons.
- g) Bien que les renseignements par percentiles soient ordinairement présentés graphiquement, on peut aussi les présenter sous forme de tableau.

4.2 Inconvénients

- a) L'identité des composants (ou pièces détachées) est perdue.
- b) Les détails fins de la distribution des caractéristiques sont perdus.
- c) Les résultats provenant d'échantillons supplémentaires ne peuvent être intégrés. La méthode n'est donc pas très appropriée pour rendre compte des essais d'endurance au cours desquels des résultats provenant de différents échantillons sont continuellement réunis.
- d) La taille de l'échantillon doit être donnée séparément.

Note. — Les graphiques par percentiles s'obtiennent en classant pour chaque essai les valeurs de la caractéristique par ordre croissant. Pour déterminer quelle valeur classée correspond à un percentile donné, on applique la relation:

$$R = \frac{Pn}{100} + \frac{1}{2}$$

où:

R est le numéro d'ordre dans le classement

P est le percentile

n est la taille de l'échantillon

C'est l'équation inverse de celle de l'article 3. Si la valeur calculée de R n'est pas entière, on peut effectuer une interpolation linéaire entre les deux valeurs consécutives de la caractéristique.

5. Tableau des distributions de fréquences groupées (tableau I, page 22)

5.1 Avantages

- a) La méthode est pleinement applicable pour la présentation de variations continues pendant un intervalle de temps donné. Elle ne se limite pas aux résultats «avant et après».
- b) Elle est applicable à des échantillons de toute taille supérieure à 10. Pour des échantillons importants, il peut être avantageux d'exprimer les nombres sous forme de pourcentage du nombre total de composants (ou de pièces détachées).
- c) Les résultats correspondant à un instant déterminé peuvent être reportés sur papier à échelle fonctionnelle offrant quelques-uns des avantages de la méthode décrite en figure 2.
- d) On peut effectuer une estimation de la courbe reliant la proportion d'éléments défaillants au temps pour toute limite spécifiée de défaillance par dégradation.

- c) The shape of the characteristic's distribution at any time can be estimated from the relative distances of the percentile lines. If necessary, the results at a particular time can be re-plotted on probability paper, giving some of the advantages of the method shown in Figure 2, page 25.
- d) An estimate can be made of the curve relating percentage failed to time for any specified degradation failure limit.
- e) As an endurance test on a particular sample continues, further results for longer times can readily be added.
- f) Preferred percentiles, e.g. 2nd, 10th, 50th, could be established for all parts, assisting comparison.
- g) Although percentile information is usually presented graphically, it can also be given in a tabular form.

4.2 Disadvantages

- a) Component (or part) identity is lost.
- b) Fine detail of the characteristic's distribution is lost.
- c) Results from additional samples cannot be added. The method is not, therefore, very suitable for representing endurance tests in which results from different samples are continuously aggregated.
- d) The sample size has to be given separately.

Note. — Percentile plots are obtained by placing the characteristic values for each test time in ranked order. The appropriate ranked value for a particular percentile is given by the following equation:

$$R = \frac{Pn}{100} + \frac{1}{2}$$

where:

R is the rank number

P is the percentile

n is the sample size

This is the inverse of the equation given in Clause 3. Where R is not an integer, a linear interpolation should be made between the two adjacent characteristic values.

5. Grouped frequency distribution tables (Table I, page 22)

5.1 Advantages

- a) The method is fully applicable to the representation of continuous changes over a period of time. It is not restricted to "before and after" results.
- b) It is applicable to all sample sizes from 10 upwards. For large samples, it may be advantageous to express the numbers as percentages of the total number of components (or parts).
- c) The results for a particular time can be plotted on probability paper, giving some of the advantages of the method shown in Figure 2.
- d) An estimate can be made of the curve relating percentage failed to time for any specified degradation failure limit.

- e) Quand un essai d'endurance se poursuit sur un échantillon particulier, des résultats ultérieurs pour des durées plus grandes peuvent aisément être intégrés.
- f) Des résultats provenant d'échantillons supplémentaires soumis au même essai d'endurance peuvent aisément être intégrés. C'est là un avantage important sur la méthode par présentation graphique des percentiles.
- g) La taille de l'échantillon apparaît aussitôt.

5.2 Inconvénients

- a) L'identité des composants (ou pièces détachées) est perdue.
- b) Les détails fins de la distribution des caractéristiques sont perdus.
- c) 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 représentation graphique des percentiles est plus avantageuse puisqu'on peut fixer aisément des percentiles préférentiels.

Notes 1. — La méthode du tableau des fréquences groupées et la méthode du graphique des percentiles reposent sur des principes très voisins. Dans la première, on donne le nombre de composants (ou pièces détachées) dans les différentes classes. Dans la seconde, on donne les valeurs des caractéristiques limitant différentes quantités de composants (ou pièces détachées).

Bien que les percentiles soient ordinairement représentés graphiquement et que les renseignements par distribution des fréquences groupées soient tabulés, il serait tout à fait possible pour les deux méthodes d'utiliser indifféremment une représentation graphique ou tabulée. On peut aussi présenter les renseignements par distribution des fréquences groupées sous forme de séries d'histogrammes. Les avantages et les inconvénients du tableau des distributions par fréquences groupées sont par bien des points les mêmes que ceux du graphique de percentiles.

2. — Le nombre de groupes devrait être de préférence compris entre 5 et 10.

6. Resultats bruts (tableau II, page 23)

6.1 Avantages

- a) Aucune information n'est perdue.
- b) Une information détaillée sur chaque composant (ou pièce détachée) est immédiatement disponible.
- c) Toutes les autres méthodes de représentation des renseignements peuvent utiliser ces résultats.

6.2 Inconvénients

- a) Sauf pour de très faibles échantillons, le comportement général de l'échantillon n'apparaît pas clairement.
- b) L'obtention de conclusions quantitatives dépend d'un traitement des données quelqu'il soit.
- c) Pour de grands échantillons, les données peuvent être volumineuses.

7. Conclusions générales

- 7.1 Avec de grands échantillons pour lesquels une information continue est disponible, seuls le graphique des percentiles et le tableau des distributions de fréquences groupées sont applicables. Les avantages et les inconvénients de ces deux méthodes sont semblables. Pour de petits échantillons ou quand on ne dispose que de l'information initiale et finale, les autres méthodes peuvent être mieux adaptées.

- e) As an endurance test on a particular sample continues, further results at longer times can readily be added.
- f) Results from additional samples repeating the same endurance test can readily be added. This is an important advantage over the percentile plot method.

g) The sample size is immediately apparent.

5.2 *Disadvantages*

- a) Component (or part) identity is lost.
- b) Fine detail of the characteristic's distribution is lost.
- c) 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.

Notes 1. — The grouped frequency distribution table method and the percentile plot method are basically very similar. In the former, the numbers of components (or parts) in different cells of the characteristic are given. In the latter, the characteristic values bounding different numbers of components (or parts) are given.

Although percentiles are usually expressed graphically and grouped frequency distributions are given in tables, it would be quite practicable for both of the methods to use either graphical or tabular forms. Alternatively, the grouped frequency distribution table may be presented as a series of histograms. The advantages and disadvantages of the grouped frequency distribution table are in many ways similar to those of the percentile plots.

2. — The number of groups should preferably be between 5 and 10.

6. **Primary data (Table II, page 23)**

6.1 *Advantages*

- a) No information at all is lost.
- b) Detailed information on individual components (or parts) is readily available.
- c) All other methods of representing the information can utilize the data.

6.2 *Disadvantages*

- a) Except with very small samples, no clear impression of the overall behaviour of the sample can be obtained.
- b) Derivation of quantitative conclusions depends upon some form of data processing.
- c) For large samples, data can be voluminous.

7. **General conclusions**

- 7.1 With large samples, for which continuous information is available, only the percentile plot and grouped frequency distribution table methods are applicable. The advantages and disadvantages of these two methods are similar. For small samples, or where only initial and final information is available, other methods may be more suitable.

TABLEAU I
Fréquences groupées

Identification (voir les paragraphes 3.1 et 3.2
de la recommandation).

TABLE I
Grouped frequencies

Identification (see Sub-clauses 3.1 and 3.2
of the Recommendation).

Intervalles de gain Gain range	Nombre de transistors ayant un gain compris dans les intervalles spécifiés aux temps suivants Number of transistors having a gain within the specified range at the following times				
	0	192	333	646	934
Inférieurs à 40 Less than	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 Greater than	2	1	0	1	1
Total	50	50	50	50	50

TABLEAU II
Résultats bruts

Identification (voir les paragraphes 3.1 et 3.2
de la recommandation).

TABLE II
Primary data

Identification (see Sub-clauses 3.1 and 3.2
of the Recommendation).

Composant N° Part No.	Gain des composants individuels aux temps suivants				
	Gain of individual parts at the following times				
	0	192	333	646	934
1	68	65	59	63	62
2	118	98	77	50	37
3	59	53	50	53	52
4	77	69	62	65	63
5	67	64	58	62	61
6	85	85	75	83	83
7	130	108	92	107	107
8	106	113	97	111	110
9	74	72	64	69	68
10	83	87	82	89	88
11	74	72	65	71	70
12	115	100	85	91	90
13	68	58	52	56	56
14	86	95	84	96	97
15	73	66	58	62	62
16	62	62	56	61	60
17	66	61	55	59	60
18	73	72	66	72	73
19	50	46	42	44	43
20	54	52	47	50	50
21	62	51	46	49	49
22	106	99	85	94	94
23	55	53	49	52	52
24	64	61	54	59	58
25	83	80	71	77	80
26	52	51	46	49	49
27	80	93	83	95	97
28	64	59	54	58	58
29	54	52	49	51	52
30	112	126	108	125	130
31	101	99	84	94	100
32	82	77	68	75	75
33	93	114	94	110	113
34	107	104	90	101	103
35	89	87	77	84	84
36	104	101	87	98	99
37	78	79	70	76	78
38	95	84	74	81	81
39	56	56	51	55	55
40	58	44	40	40	40
41	52	51	47	50	50
42	71	70	63	67	67
43	54	53	49	52	52
44	63	54	49	52	52
45	125	105	90	103	102
46	70	67	60	64	65
47	65	61	56	59	60
48	60	59	53	57	58
49	53	52	48	50	50
50	58	54	49	51	50

Identification (voir les paragraphes 3.1 et 3.2 de la recommandation).
Identification (see Sub-clauses 3.1 and 3.2 of the Recommendation).

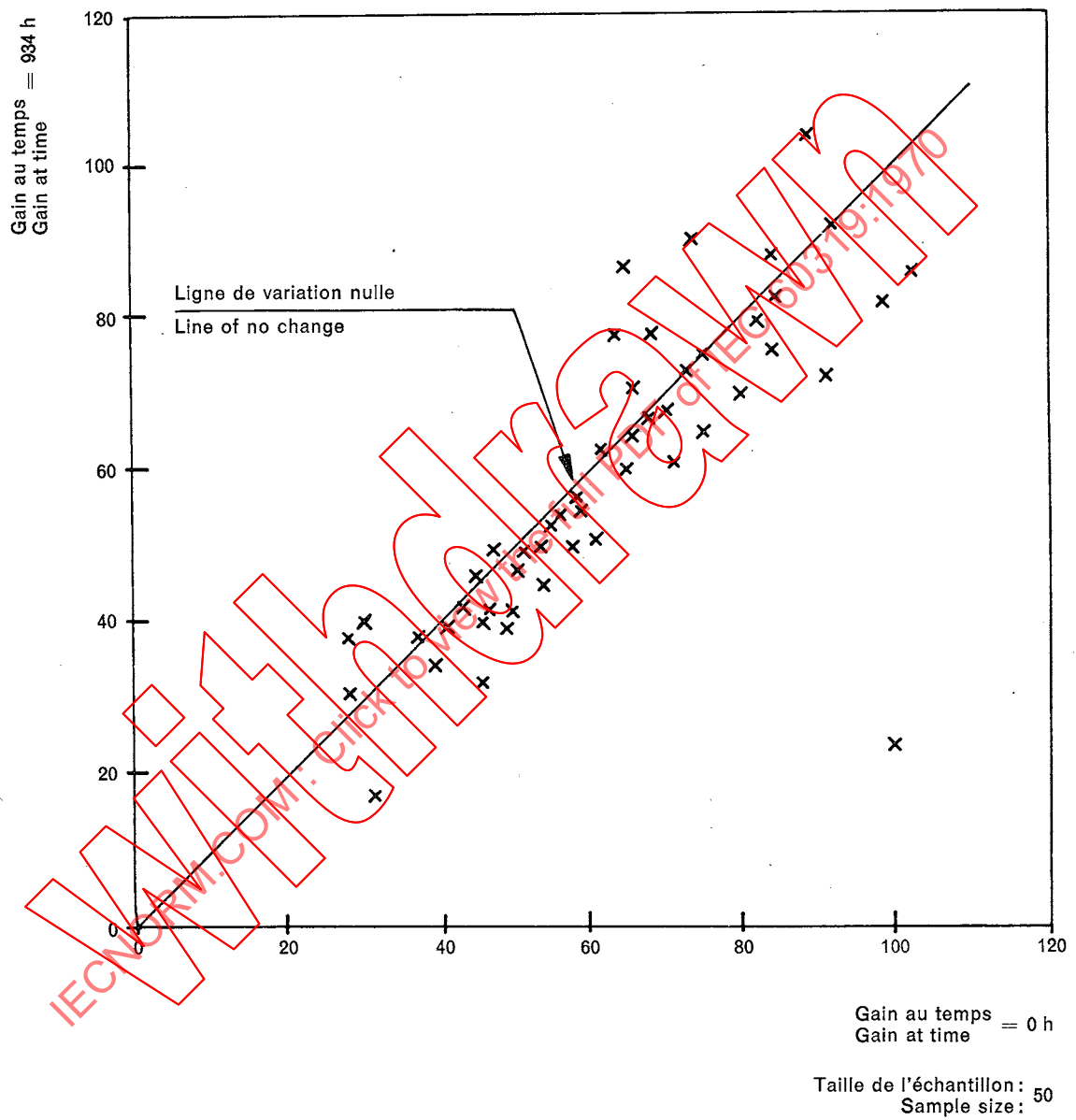


FIG. 1. — Diagramme de dispersion.
Scattergram plot.

Identification (voir les paragraphes 3.1 et 3.2 de la recommandation).
Identification (see Sub-clauses 3.1 and 3.2 of the Recommendation).

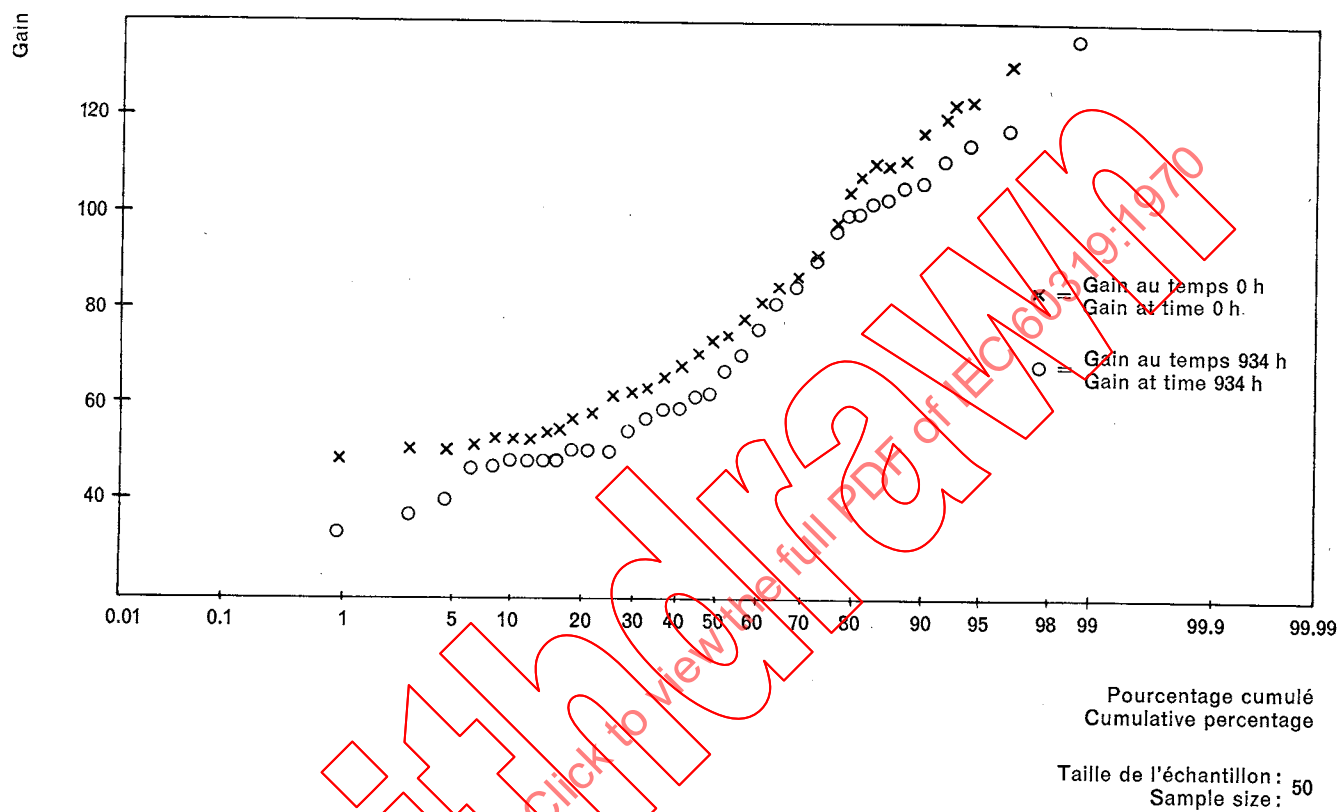


FIG. 2. — Représentation graphique sur papier à échelles fonctionnelles.
Probability paper plot.