

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1163-1

Première édition
First edition
1995-07

Déverminage sous contraintes –

Partie 1:

Entités réparables fabriquées en lots

Reliability stress screening –

Part 1:

Repairable items manufactured in lots



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1163-1: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1163-1

Première édition
First edition
1995-07

Déverminage sous contraintes –

Partie 1:
Entités réparables fabriquées en lots

Reliability stress screening –

Part 1:
Reparable items manufactured in lots

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XC

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

Déverminage sous contraintes –
Partie 1: Entités réparables fabriquées en lots

Reliability stress screening –
Part 1: Repairable items manufactured in lots

CORRIGENDUM 1

Page 44

7.2 Evaluation des renseignements obtenus

Remplacer l'équation (3) existante par la nouvelle équation suivante:

$$p_c = 1 - \sqrt[n]{1 - p_s}$$

Page 88

Correction en anglais uniquement.

Page 98

Figure F.4

Remplacer l'équation existante:

$$t \rightarrow \infty h(t) = \frac{p \times \frac{1}{m_{F1}}}{(1-p) \times \frac{1}{m_{F2}}}$$

par la nouvelle équation suivante:

$$t \rightarrow \infty h(t) = p \times \frac{1}{m_{F1}} + (1-p) \frac{1}{m_{F2}}$$

Page 150

Figure H.6

Remplacer, sur l'axe des ordonnées, la valeur existante $T_B l m_{F1} \leq 2,2$ par la nouvelle valeur suivante:

$$T_B l m_{F1} \approx 2,2$$

Page 45

7.2 Evaluation of information

Replace the existing equation (3) by the following new equation:

$$p_c = 1 - \sqrt[n]{1 - p_s}$$

Page 89

Annex F

Replace, on page 93, in the line under the first displayed equation, the symbol t_1 by the symbol t_i .

Page 99

Figure F.4

Replace the existing equation:

$$t \rightarrow \infty h(t) = \frac{p \times \frac{1}{m_{F1}}}{(1-p) \times \frac{1}{m_{F2}}}$$

by the following new equation:

$$t \rightarrow \infty h(t) = p \times \frac{1}{m_{F1}} + (1-p) \frac{1}{m_{F2}}$$

Page 151

Figure H.6

Replace, on the vertical axis, the existing value $T_B l m_{F1} \leq 2,2$ by the following new value:

$$T_B l m_{F1} \approx 2,2$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995

Withdrawn

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	16
4 Symboles	20
5 Généralités	20
6 Préparation	26
7 Déverminage d'une production pilote	44
8 Déverminage sous contraintes d'une production stabilisée	46
Annexes	
A Conditions de contraintes: généralités	52
B Conditions de contraintes: température	58
C Conditions de contraintes: vibrations et secousses	66
D Conditions de contraintes: humidité	78
E Conditions de contraintes: fonctionnement	84
F Lois de répartition cumulée double – Relevés expérimentaux sur papier de Weibull et analyses	88
G Evaluation de la durée de la période sans défaillance et de la durée moyenne du déverminage	100
H Démonstration de la méthode par un exemple	122

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	17
4 Symbols	21
5 General description	21
6 Planning	27
7 Pilot-production screening	45
8 Mature production screening	47
Annexes	
A Stress conditions: general information	53
B Stress conditions: temperature	59
C Stress conditions: vibration and bump	67
D Stress conditions: humidity	79
E Stress conditions: operational stress	85
F Bimodal distributions – Weibull plotting and analysis	89
G Evaluation of the failure-free period and the average screening duration	101
H Worked-through example	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉVERMINAGE SOUS CONTRAINTES –

Partie 1: Entités réparables fabriquées en lots

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1163-1 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
56(BC)154	56(BC)168

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RELIABILITY STRESS SCREENING –

Part 1: Repairable items manufactured in lots

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1163-1 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

Six Months' Rule	Report on voting
56(CO)154	56(CO)168

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

Annexes A to H are for information only.

INTRODUCTION

La maîtrise de la qualité et une bonne conception sont les conditions préalables indispensables pour obtenir une bonne fiabilité. Toutefois, il peut arriver que l'on soit amené à recourir à un traitement de déverminage lorsque dans la période de défaillances précoces une entité a une fiabilité faible et inacceptable.

La limite admissible de la fiabilité peut ne pas être la même pour tous les clients; elle peut aussi dépendre des conditions générales du marché.

Un déverminage sous contraintes et un programme de croissance de fiabilité visent l'un et l'autre à améliorer la fiabilité qu'observera l'utilisateur. Cependant, les principes des deux méthodes sont différents:

- un programme de croissance de fiabilité fait partie des activités de développement; son but est d'améliorer la fiabilité intrinsèque de l'entité grâce à des modifications de sa conception;
- le but d'un déverminage sous contraintes est de révéler et d'ôter les défauts. C'est un traitement de production et il convient de ne pas compter dessus pour détecter les erreurs de conception.

En outre, ces deux méthodes n'ont pas le même effet sur la fiabilité, ce que montre bien la figure 1. Dans son principe, un programme de déverminage rejette la période des défaillances précoces (ou une partie de cette période) tandis qu'un programme de croissance de fiabilité réduit, sur toute la courbe, la valeur globale du taux de défaillance. Un programme de croissance de fiabilité peut rendre inutile un programme de déverminage si la nature des défauts est telle que l'on peut empêcher complètement qu'elles n'existent.

Il est recommandé au lecteur de cette norme de bien avoir conscience de ce qu'un déverminage sous contraintes n'améliore pas la fiabilité intrinsèque des entités considérées et qu'il convient de l'abandonner lorsque c'est possible en appliquant des programmes de croissance de fiabilité ou des techniques de maîtrise de qualité.

Le but précis d'un traitement de déverminage est de détecter et d'éliminer les défauts des entités matérielles avant que celles-ci n'arrivent chez le client ou avant qu'elles ne soient assemblées dans un système. Cela veut dire qu'en principe il convient de déverminer toutes les entités produites lorsqu'un traitement de déverminage fait partie d'un processus de production.

Un déverminage peut s'appliquer à des entités matérielles de différents types et à différents niveaux du processus de production. Une fois que l'on a spécifié la proportion admissible des entités fragiles, les méthodes de cette norme conduisent au traitement de déverminage le plus économique pour des entités produites par lots. En effet, il n'est pas nécessaire de déverminer tous les types d'entités. Seuls les types d'entités qui risquent de renfermer des défauts sont à traiter. De plus, l'importance des moyens mis en oeuvre par le déverminage (conditions de contraintes, durée) des entités retenues a été minimisée.

Dans un déverminage sous contraintes, on transforme en défaillances les défauts en appliquant aux entités une contrainte convenable par exemple une contrainte d'environnement ou fonctionnelle, ou une combinaison des deux. Le déverminage sous contraintes est souvent appelé déverminage sous contraintes d'environnement ou rodage.

Les étapes typiques d'un traitement de déverminage sous contraintes apparaissent sur la figure 2.

INTRODUCTION

Quality control and good design are prerequisites for reliability. However, in cases where an item has an unacceptable low reliability in the early failure period, a reliability screening process may be necessary.

An unacceptably low reliability level can be different from one customer to another, or can be based on general market requirements.

Reliability stress screening and reliability growth programmes are both aiming at improvements in the reliability found by the user. However, the two methods are different in principle:

- a reliability growth programme is a development activity, the purpose of which is to improve the inherent reliability performance of the items by effecting changes to the design;
- the purpose of reliability stress screening is to detect and remove flaws; it is part of the production process, and should not be relied upon to reveal inadequacies in design.

Furthermore, the two methods affect the reliability performance differently. This is illustrated in figure 1. In principle, a reliability screening programme "cuts away" the early failure period (or part thereof), while a reliability growth programme reduces the overall failure rate level. A reliability growth programme may effect the need for a reliability screening programme if the flaws are of such a nature that they can be prevented from being present at all.

The user of this standard should be aware that reliability stress screening does not improve the intrinsic reliability of the items under consideration and, where possible, should be abandoned in favour of reliability growth programmes and/or quality control.

The specific purpose of carrying out a reliability screening process is to detect and remove flaws in hardware items before they reach the customer, or are assembled into higher level products. This means that, in principle, every hardware item under consideration should be included when a reliability screening process is introduced into a production process.

Reliability screening may cover hardware items of different types and at different levels of the manufacturing process. Once the allowable fraction of weak items has been specified, the methods in this standard lead to the most economical screening process for items which are manufactured in lots. This is because not all types of items need to be subjected to a reliability screening process. Only the types of items likely to contain flaws may be included. Furthermore, the extent (stress conditions, duration, etc.) to which these selected item types will be subjected to screening has been minimized.

In reliability stress screening the flaws are precipitated into failures by exposure of the items to a suitable stress, for example environmental stress, operational stress, or a combination of these. Reliability stress screening is often called environmental stress screening or burn-in.

The typical steps in a reliability stress screening process are illustrated in figure 2.

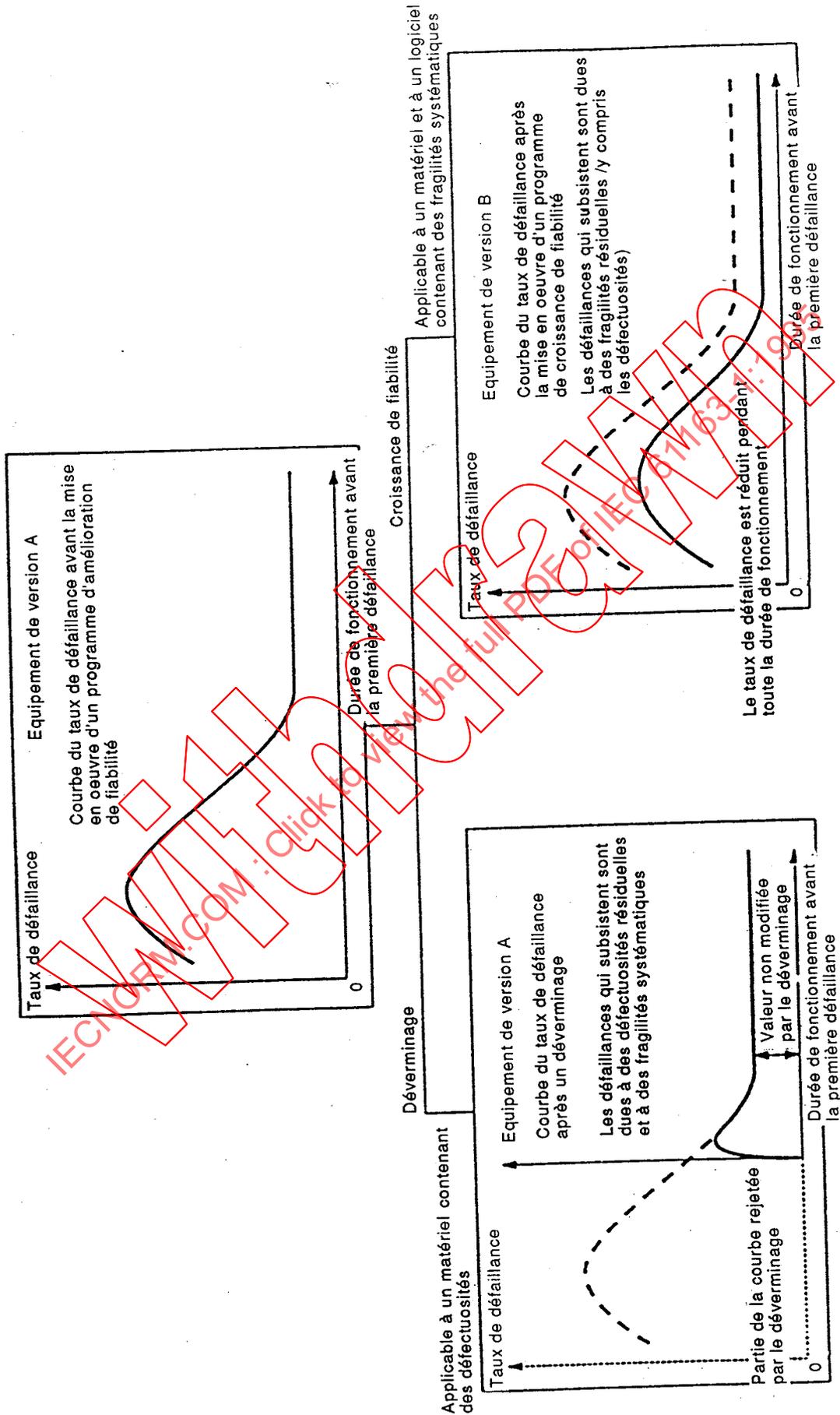


Figure 1 - Différence de principe entre déverminage et croissance de fiabilité

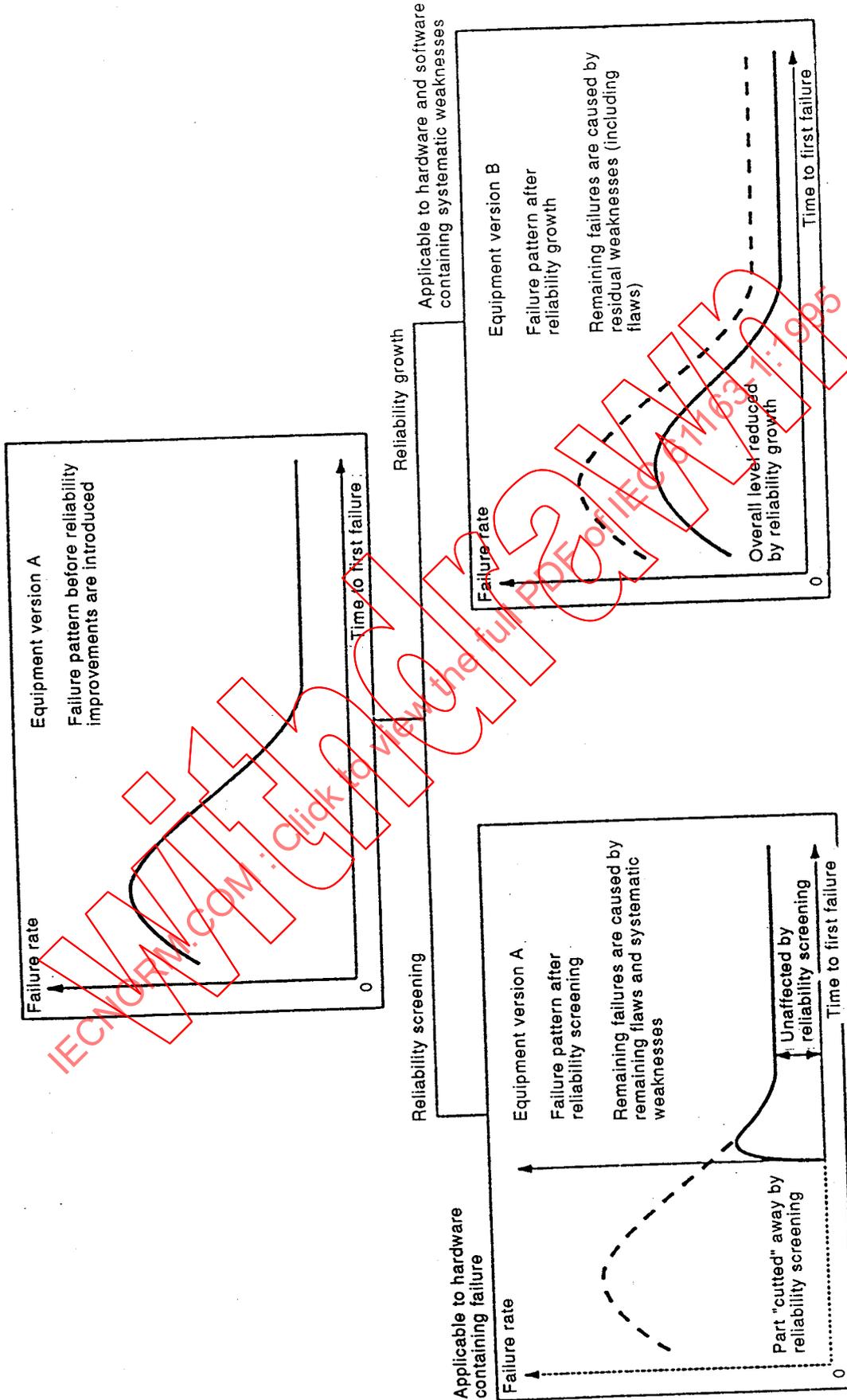
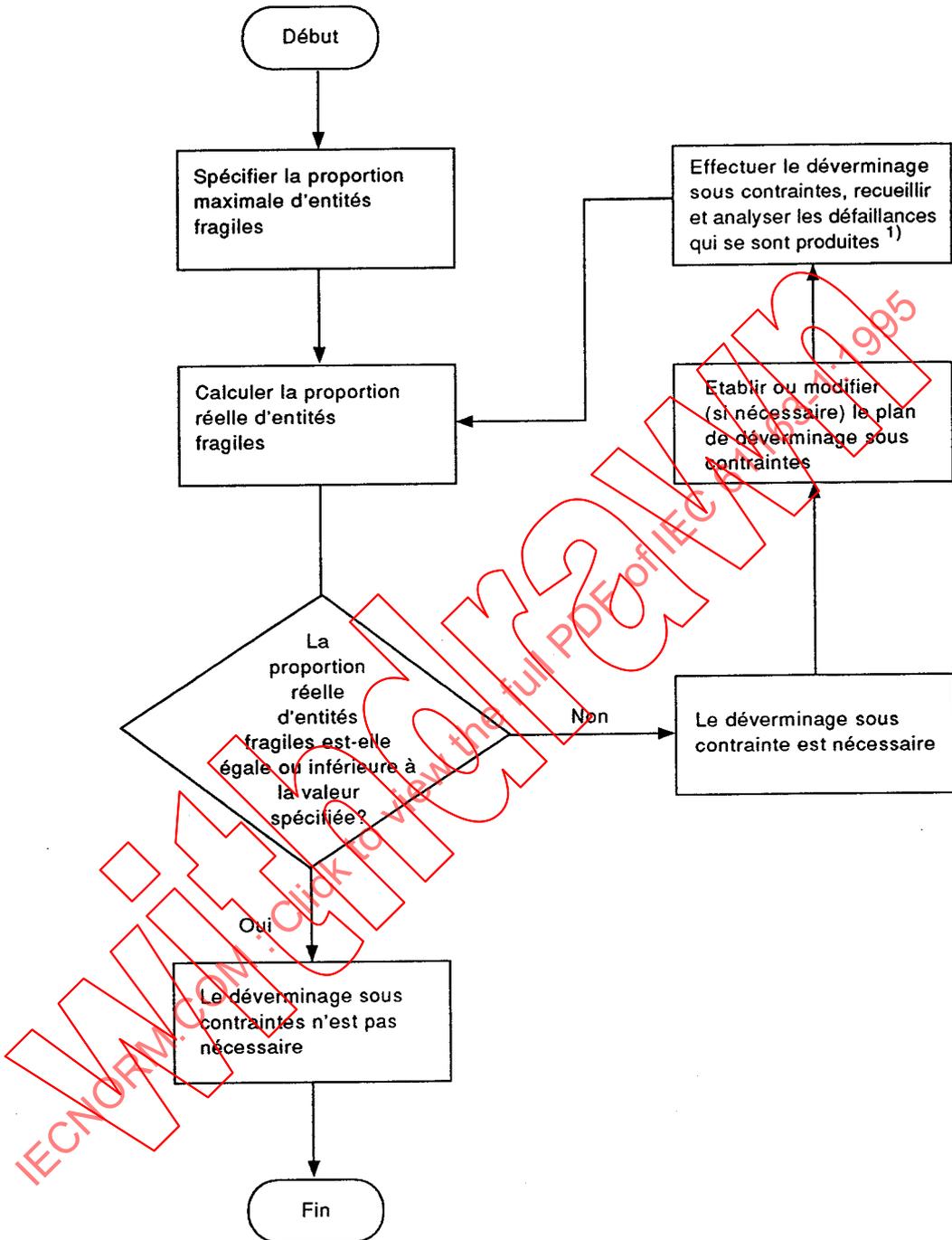
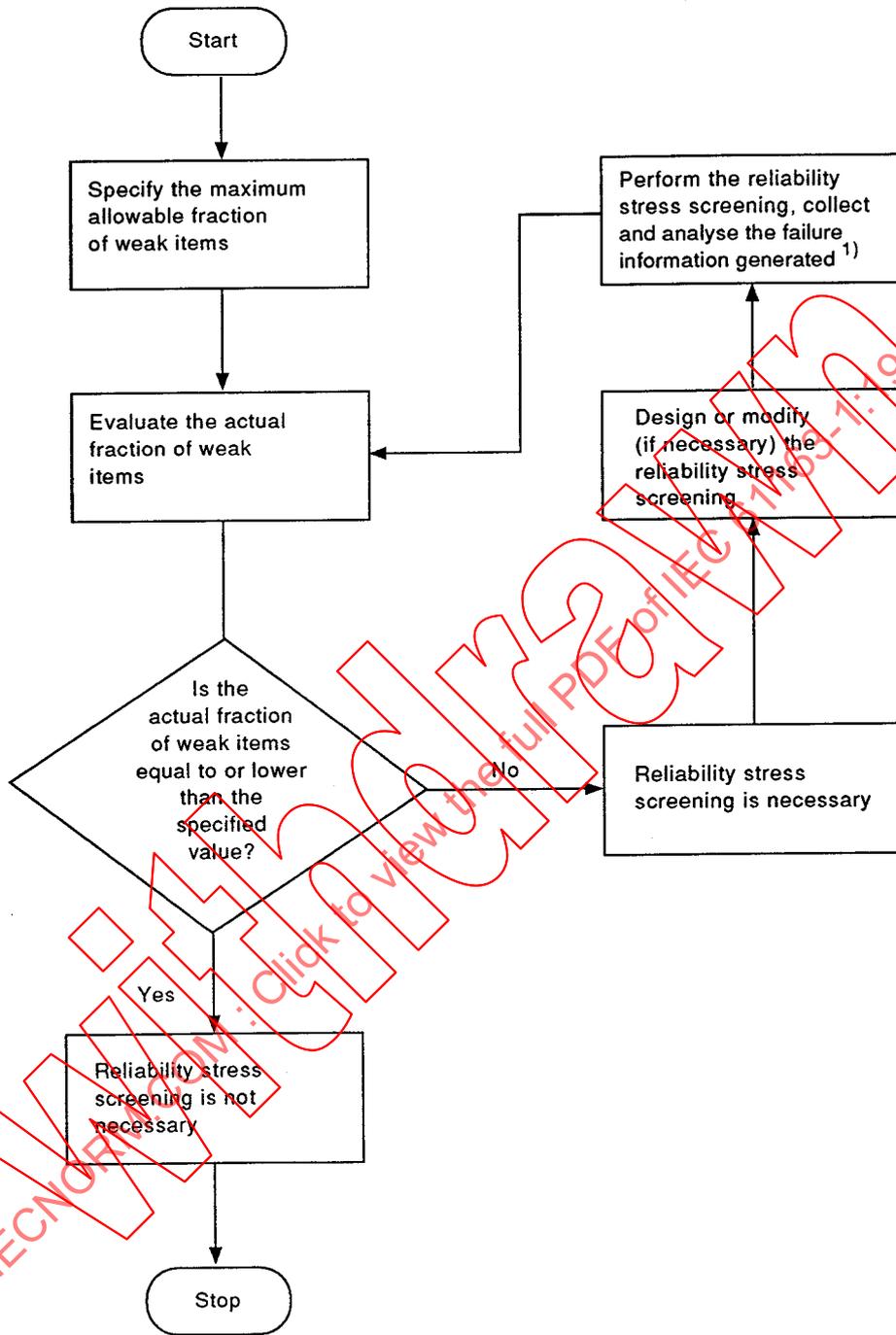


Figure 1 - The conceptual difference between reliability screening and growth



1) Les résultats d'analyse des causes de défaillances peuvent être utilisés dans un programme de croissance de fiabilité

Figure 2 – Organigramme type pour préparer et modifier des traitements de déverminage sous contraintes d'entités réparables



1) The result of the analysis of the failure causes may be used in a reliability growth programme

Figure 2 – Typical flow for the design and modifications of reliability stress screening processes for repairable items

DÉVERMINAGE SOUS CONTRAINTES -

Partie 1: Entités réparables fabriquées en lots

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les méthodes précises à suivre pour appliquer et optimiser des traitements de déverminage sous contraintes d'entités réparables. Ces traitements sont applicables à des entités réparables dans le cas où la fiabilité de ces entités pendant la période de défaillances précoces est trop mauvaise pour être acceptée et qu'il n'est pas possible d'appliquer d'autres méthodes comme les programmes de croissance de fiabilité et les techniques de maîtrise de qualité. Les raisons pour appliquer un déverminage sous contrainte peuvent provenir des délais imposés ou de la nature même des imperfections que le traitement de déverminage peut par contre saisir, s'il a été préparé à cet effet.

Ces traitements s'appliquent à n'importe quelle étape de production d'entités réparables (voir la figure 3). Les méthodes de mise au point de ces traitements peuvent être utilisées au cours d'une préparation de la production, pendant une production pilote et pendant une production de série.

Pour que l'on puisse appliquer ces méthodes, il faut qu'il soit préalablement possible de spécifier une limite admissible aux défauts qui subsisteront dans les entités acceptées après le déverminage.

Les traitements décrits sont des traitements généraux de déverminage sous contraintes utilisables lorsqu'aucun traitement spécifique n'est décrit dans la spécification du produit. Ils sont également prévus pour être utilisés par les autres comités de la CEI lors de l'élaboration des spécifications de produits. Un traitement de déverminage sous contraintes pourrait faire partie d'un programme global de fiabilité (voir la CEI série 300).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(191): 1990, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) - Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 68 (série): *Essais d'environnement*

CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement - Deuxième partie: Essais - Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 300 (série), *Gestion de la sûreté de fonctionnement*

CEI 605-4: 1986, *Essais de fiabilité des équipements - Quatrième partie: Méthode de calcul des estimateurs ponctuels et des limites de confiance résultant d'essais de détermination de la fiabilité d'équipements*

CEI 1165: 1995, *Application des Techniques de Markov*

RELIABILITY STRESS SCREENING –

Part 1: Repairable items manufactured in lots

1 Scope

This International Standard describes particular methods to apply and optimize reliability stress screening processes for lots of repairable hardware items, in cases where the items have an unacceptably low reliability in the early failure period, and when other methods, like reliability growth programmes and quality control techniques, are not applicable. The reasons for using reliability stress screening may be time constraints and/or the very nature of the deficiencies which the reliability stress screening is designed to catch.

The processes apply to any stage of a series production of repairable items (see figure 3). The methods for setting up a process can be used during production planning, pilot-production, and well-established running production.

A prerequisite for the application of the methods is that a certain level of flaws remaining in the outgoing item can be specified.

The processes described are general processes for reliability stress screening in cases where no specific process is described in a product standard. They are also intended for use by IEC committees in connection with preparation of product standards. A reliability stress screening process could be a part of an overall reliability programme (see the IEC 300 series).

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 68(series): *Environmental testing*

IEC 68–2–3: 1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 300(series): *Dependability management*

IEC 605-4: 1986, *Equipment reliability testing – Part 4: Procedures for determining point estimates and confidence limits from equipment reliability determination tests*

IEC 1165: 1995, *Application of Markov techniques*

On peut appliquer des traitements de déverminage sous contraintes d'entités réparables aux entités indiquées par les flèches ci-dessous.

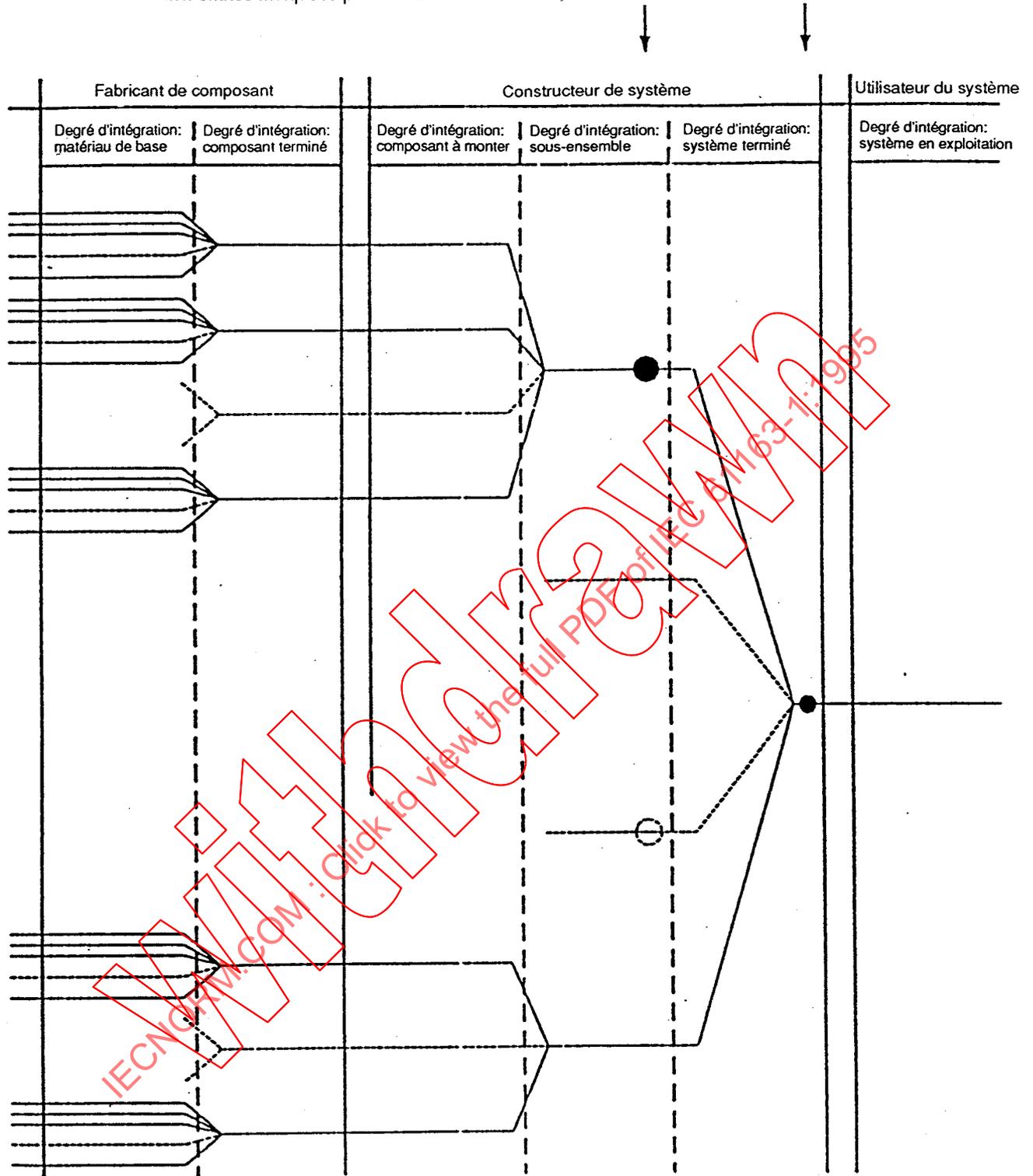


Figure 3 - Diagramme classique de cheminement de la production d'entités matérielles du fabricant de composants à l'utilisateur final d'un système

Possible applications of reliability stress screening processes for repairable items as indicated by the arrows below.

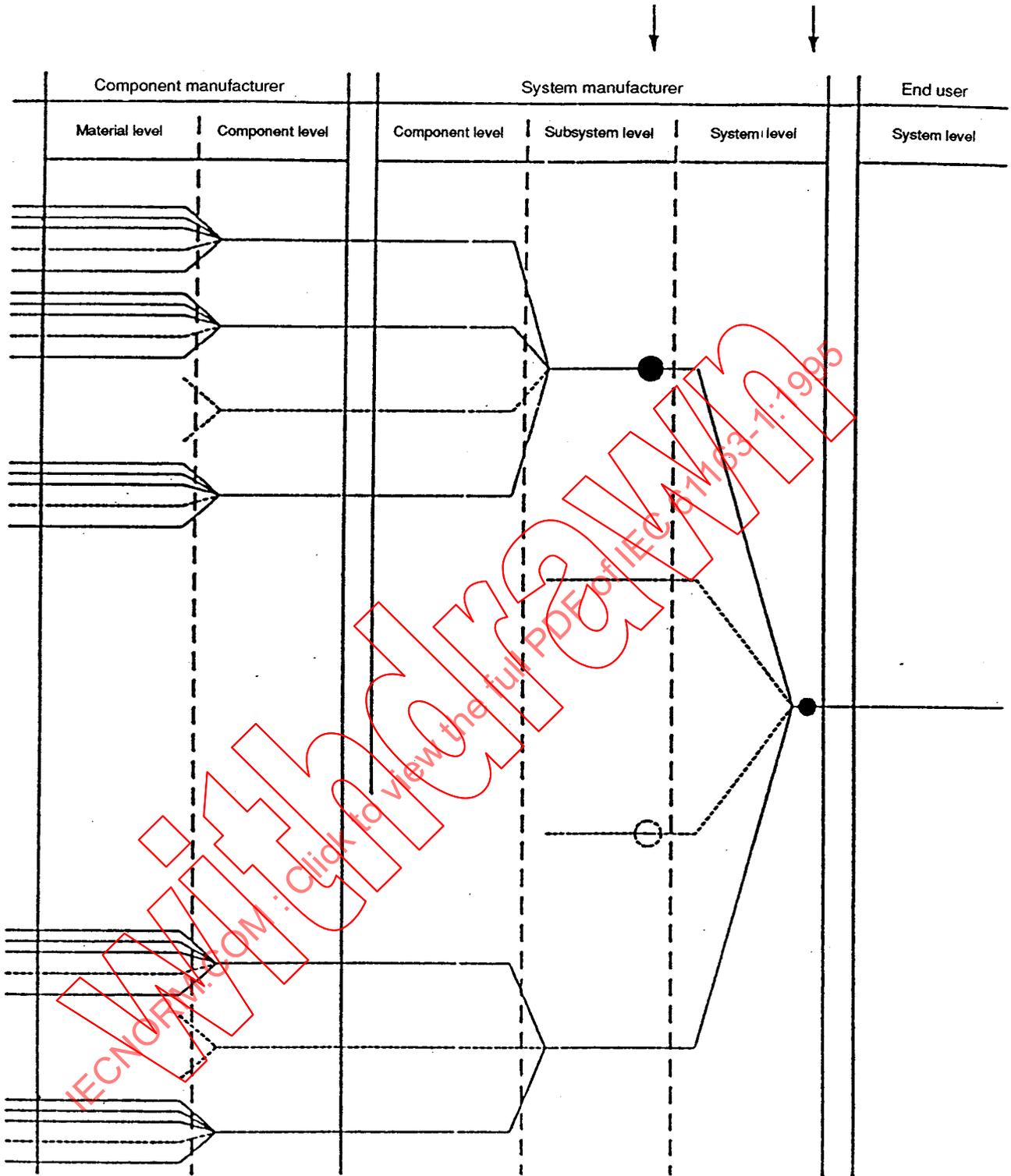


Figure 3 – A typical flow of hardware items from the component manufacturer to the end user

3 Définitions

Sauf indications contraires, les termes généraux de fiabilité utilisés dans cette norme sont conformes aux définitions de la CEI 50(191).

On a rappelé la définition des termes particulièrement importants pour les méthodes de déverminage sous contraintes d'entités réparables et on a indiqué, entre parenthèses, le numéro de référence correspondant dans la CEI 50(191). On a également reproduit toutes les notes du texte du VEI, qu'elles se rapportent ou non à la présente norme. Tous les commentaires sur un terme du VEI, à propos du déverminage sous contraintes, sont désignés comme «notes complémentaires».

Les autres termes définis dans cet article sont spécifiques au déverminage sous contraintes.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 amélioration de la fiabilité: Action destinée à améliorer la fiabilité par élimination des causes de défaillances systématiques et par réduction de la probabilité d'apparition d'autres défaillances. [VEI 191-17-05]

NOTE COMPLÉMENTAIRE – Le déverminage sous contraintes réduit la probabilité d'apparition des autres défaillances. Les défaillances systématiques sont principalement traitées par un programme de croissance de fiabilité mais certaines d'entre elles peuvent être révélées par le déverminage.

3.2 déverminage: Traitement visant à détecter des défauts et à éliminer ou réparer les entités fragiles afin que la valeur du taux de défaillance prévue pour la durée de la vie utile soit atteinte rapidement.

NOTES

1 Le VEI 191 définit à l'article 17-02 le terme «rodage», mais ce terme est employé par de nombreux constructeurs pour désigner un stockage à haute température dit «soak test» qui ne constitue qu'une des multiples façons de déverminer. De plus, «rodage» peut aussi désigner un vieillissement dont le but est de stabiliser des caractéristiques et qui ne fait généralement apparaître aucune défaillance.

2 Le VEI 191 définit à l'article 14-09 le terme «essai de sélection». Cette définition est cependant trop large pour être applicable au présent contexte car elle englobe des sélections pour n'importe quels types de non-conformités. De plus, le déverminage est un traitement et non un essai.

3.3 déverminage sous contraintes: Traitement de déverminage faisant appel à des contraintes d'environnement ou de fonctionnement (ou les deux) comme moyen pour détecter des défauts en les transformant en défaillances détectables.

NOTE – Par sa conception, un déverminage sous contraintes a pour but de transformer des défauts en défaillances détectables. Un traitement de vieillissement conçu dans le but de stabiliser des caractéristiques n'est pas un traitement de déverminage et sort donc du domaine de cette norme.

3.4 entité: Tout élément, composant, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système que l'on peut considérer individuellement. [VEI 191-01-01]

NOTES

1 Une entité peut être constituée de matériel, de logiciel, ou des deux à la fois, et peut aussi dans certains cas comprendre du personnel.

2 Le terme français «entité» est préféré au terme «dispositif» en raison de son sens plus général. Le terme «dispositif» a aussi un autre sens usuel équivalent au terme anglais «device».

3 Le terme français «individu» est employé principalement en statistique.

3 Definitions

Unless otherwise stated, general reliability terms used in this standard comply with IEC 50(191).

Terms of particular importance for reliability stress screening of repairable items are quoted with the IEC 50(191) reference number stated in square brackets. The quotation includes all notes, whether they are relevant for this standard or not. All comments to an IEV term, relevant to reliability stress screening, are stated as "additional notes".

Other terms defined in this clause are specific to reliability stress screening.

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 reliability improvement: A process undertaken with the deliberate intention of improving the reliability performance by eliminating causes of systematic failures and/or by reducing the probability of occurrence of other failures. [IEV 191-17-05]

ADDITIONAL NOTE – Reliability stress screening reduces the probability of occurrence of other failures. The systematic failures are principally catered for by a reliability growth programme, but some may appear during reliability screening.

3.2 reliability screening: A process of detection of flaws and removal or repair of weak items for the purpose of reaching rapidly the reliability level expected during the useful life.

NOTES

1 IEV(191) defines in clause 17-02 the term "burn-in". This term, however, is used by many manufacturers to describe a so-called "soak test", which is only one of many possible ways of screening. Furthermore, "burn-in" may include ageing, the purpose of which is to stabilize parameters, and in many cases where no failures occur.

2 IEV(191) defines in clause 14-09 the term "screening test". This term, however, is defined too broadly to be applicable in the present context, because it encompasses screening for any type of non-conformities. Furthermore, reliability screening is a process, not a test.

3.3 reliability stress screening: A reliability screening process using environmental and/or operational stresses as means of detecting flaws by precipitating them as detectable failures.

NOTE – The reliability stress screening is designed with the intention of precipitating flaws into detectable failures. An ageing process designed with the intention of stabilizing parameters is not a reliability screening process, and therefore outside the scope of this standard.

3.4 item: Any part, component, device, subsystem, functional unit, equipment, or system that can be individually considered. [IEV 191-01-01]

NOTES

1 An item may consist of hardware, software or both, and may also in particular cases include people.

2 In French the term "entité" is preferred to the term "dispositif" due to its more general meaning. The term "dispositif" is also the common equivalent for the English term "device".

3 In French the term "individu" is used mainly in statistics.

4 Un ensemble déterminé d'entités, par exemple une population ou un échantillon, peut lui-même être considéré comme une entité.

NOTE COMPLÉMENTAIRE - Dans un déverminage de fiabilité, on ne considère que la partie matérielle d'une entité. On peut citer par exemple les composants électroniques, les assemblages, les équipements et les parties matérielles des systèmes.

3.5 entité fragile: Entité dont le risque de défaillance précoce est grand par suite de la présence d'une défectuosité.

3.6 composant: Toute entité indissociable qu'il n'est pas prévu de réparer.

3.7 classe de composants: Groupe de composants ayant en commun une ou plusieurs des propriétés suivantes:

- même structure technologique;
- même type;
- même fabricant;
- même lot de production.

3.8 classe de composants à risques: Classe de composants qui risque de contenir des composants ayant une défectuosité intrinsèque ou induite (ou les deux).

NOTE - La loi de répartition cumulée des défaillances d'une classe de composants peut être représentée approximativement par une somme de deux lois de Weibull. Ceci traduit l'existence de deux populations, l'une comprenant les composants fragiles, l'autre comprenant les composants sains.

3.9 assemblage: Entité que conçoit comprenant plusieurs composants qu'il est prévu de réparer.

3.10 défaillance à prendre en compte: Défaillance à prendre en compte pour interpréter des résultats d'essai ou d'exploitation ou pour calculer une caractéristique de fiabilité. [VEI 191-04-13]

NOTE - Il convient d'indiquer les critères de prise en compte.

NOTE COMPLÉMENTAIRE - Dans la présente norme, les défaillances qui sont à prendre en compte sont dues à des défectuosités soit induites, soit intrinsèques.

3.11 fragilité: Imperfection quelconque (connue ou non) et pouvant provoquer une (ou plusieurs) défaillance(s) par fragilité.

NOTE - On admet que chaque type de fragilité est statistiquement indépendant de tous les autres types.

3.12 défaillance par fragilité: Défaillance due à une fragilité de l'entité elle-même, lorsqu'elle est soumise à des contraintes restant dans les limites fixées. [VEI 191-04-06]

NOTE - Une fragilité peut être intrinsèque ou induite.

3.13 défectuosité: Fragilité dans un matériel qui provoque des défaillances précoces par fragilité.

NOTE - Une défectuosité peut être localisée dans un composant; elle peut aussi résulter de la mauvaise adaptation entre des composants à caractéristiques marginales et les spécifications du matériel.

3.14 défectuosité intrinsèque: Défectuosité dans une entité liée à sa constitution technologique et au processus de fabrication.

4 A number of items, for example a population of items or a sample, may itself be considered as an item.

ADDITIONAL NOTE – In the context of reliability screening, only the hardware part of an item is relevant. Current examples are electronic components, assemblies, equipment, and hardware parts of systems.

3.5 **weak item:** An item which has a high probability of failing early in life, due to a flaw.

3.6 **component:** Any single item which is not intended to be repaired.

3.7 **component class:** A group of components characterized by having one or more of the following features in common:

- technology;
- type;
- manufacturer;
- batch.

3.8 **rogue component class:** A component class, which is likely to contain components with inherent and/or induced flaws.

NOTE – The lifetime distribution of a rogue component class can, for the purpose of reliability stress screening, be approximated with a bimodal distribution. This means that the individual component may be either weak or strong.

3.9 **assembly:** Any composite item which is intended to be repaired.

3.10 **relevant failure:** A failure that should be included in interpreting test, or operational results, or in calculating the value of a reliability performance measure. [IEV 191-04-13]

NOTE – The criteria for inclusion should be stated.

ADDITIONAL NOTE – The criterion for inclusion here is that the failure is caused by either an induced or an inherent flaw.

3.11 **weakness:** Any imperfection (known or unknown) in an item, capable of causing one or more weakness failures.

NOTE – Each type of weakness is assumed to be statistically independent of all other such types.

3.12 **weakness failure:** A failure due to weakness in the item itself when subjected to stress within the stated capability of the item. [IEV 191-04-06]

NOTE – A weakness may be either inherent or induced.

3.13 **flaw:** A weakness in hardware, which gives rise to early weakness failures.

NOTE – A flaw is localized to a component, or to an interaction between components, with characteristics close to the margins of the design requirements.

3.14 **inherent flaw:** A flaw in an item related to its technology and manufacturing process.

3.15 défautuosité induite: Défautuosité dans une entité liée au report, aux essais, aux manipulations diverses de l'entité après sa fabrication.

NOTE - Une défautuosité peut naître chez le fabricant, pendant le transport, ou chez le constructeur de système.

3.16 période de défautuosité précoce: Période initiale éventuelle dans la vie d'une entité, commençant à un instant spécifié et pendant laquelle l'intensité instantanée de défautuosité, pour une entité réparée, ou le taux instantané de défautuosité, pour une entité non réparée, est beaucoup plus grande que pendant la période suivante. [VEI 191-10-07]

NOTE COMPLÉMENTAIRE - La période de défautuosité précoce est la période au cours de laquelle on observe les défautuosités des dispositifs fragiles.

4 Symboles

Dans cette norme, les symboles suivants sont utilisés:

m_{F1}	durée moyenne de fonctionnement avant défautuosité des composants fragiles des classes de composants à risques, une fois mélangées
m_{Fs}	durée moyenne de fonctionnement avant la première défautuosité des assemblages fragiles parmi les assemblages considérés
N	nombre total de composants dans les classes de composants à risques
p_B	proportion admissible d'entités fragiles restant après le déverminage sous contraintes
p_c	proportion de composants fragiles dans les classes de composants à risques, une fois mélangées
p_s	pourcentage d'entités fragiles avant le déverminage sous contraintes
T_B	durée moyenne de déverminage par entité
T_M	période pendant laquelle un assemblage doit fonctionner sans défautuosité avant d'être accepté pour l'étape suivante de production, ou livré au client

5 Généralités

5.1 Principe du déverminage sous contraintes

Le principe général du déverminage sous contraintes apparaît dans l'organigramme de la figure 4. Selon ce principe, une entité doit fonctionner sans défautuosité pendant une période appelée «période sans défautuosité» T_M avant d'être acceptée pour l'étape suivante de production, ou livrée au client. D'autres principes de déverminage sont possibles mais ils ne sont pas du ressort de la présente norme.

3.15 Induced flaw: A flaw in an item related to assembling, testing, handling, or other manipulation of the item after it has been manufactured.

NOTE – The induction may take place at the component manufacturer's plant, during transportation or at the system manufacturer's plant.

3.16 early failure period: That early period, if any, in the life of an item, beginning at a given instant of time and during which the instantaneous failure intensity for a repaired item, or the instantaneous failure rate for a non-repaired item, is considerably higher than that of the subsequent period. [IEV 191-10-07]

ADDITIONAL NOTE – The early failure period is the period where the weak items fail.

4 Symbols

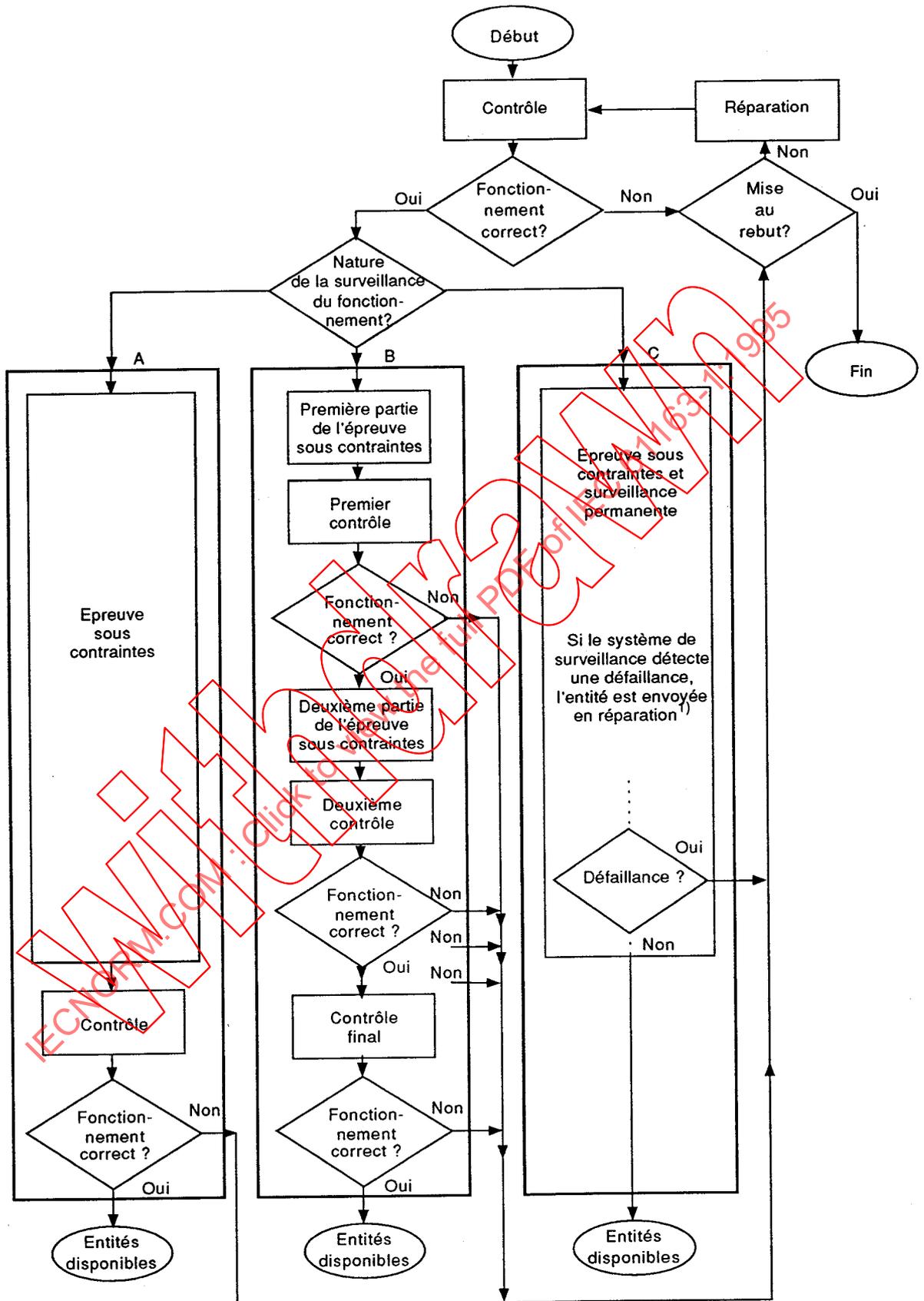
In this standard, the following symbols are used:

m_{F1}	the mean time to failure for the weak components in the rogue component classes lumped together
m_{Fs}	the mean time to first failure for the weak items among the items under consideration
N	the sum of the numbers of components in the rogue component classes
p_B	the acceptable fraction of weak items remaining after reliability stress screening
p_C	the fraction of weak components in the rogue component classes lumped together
p_s	the fraction of weak items before reliability stress screening
T_B	mean duration of reliability screening per item
T_M	the failure-free period an item has to survive before submission to the next production step or to the customer

5 General description

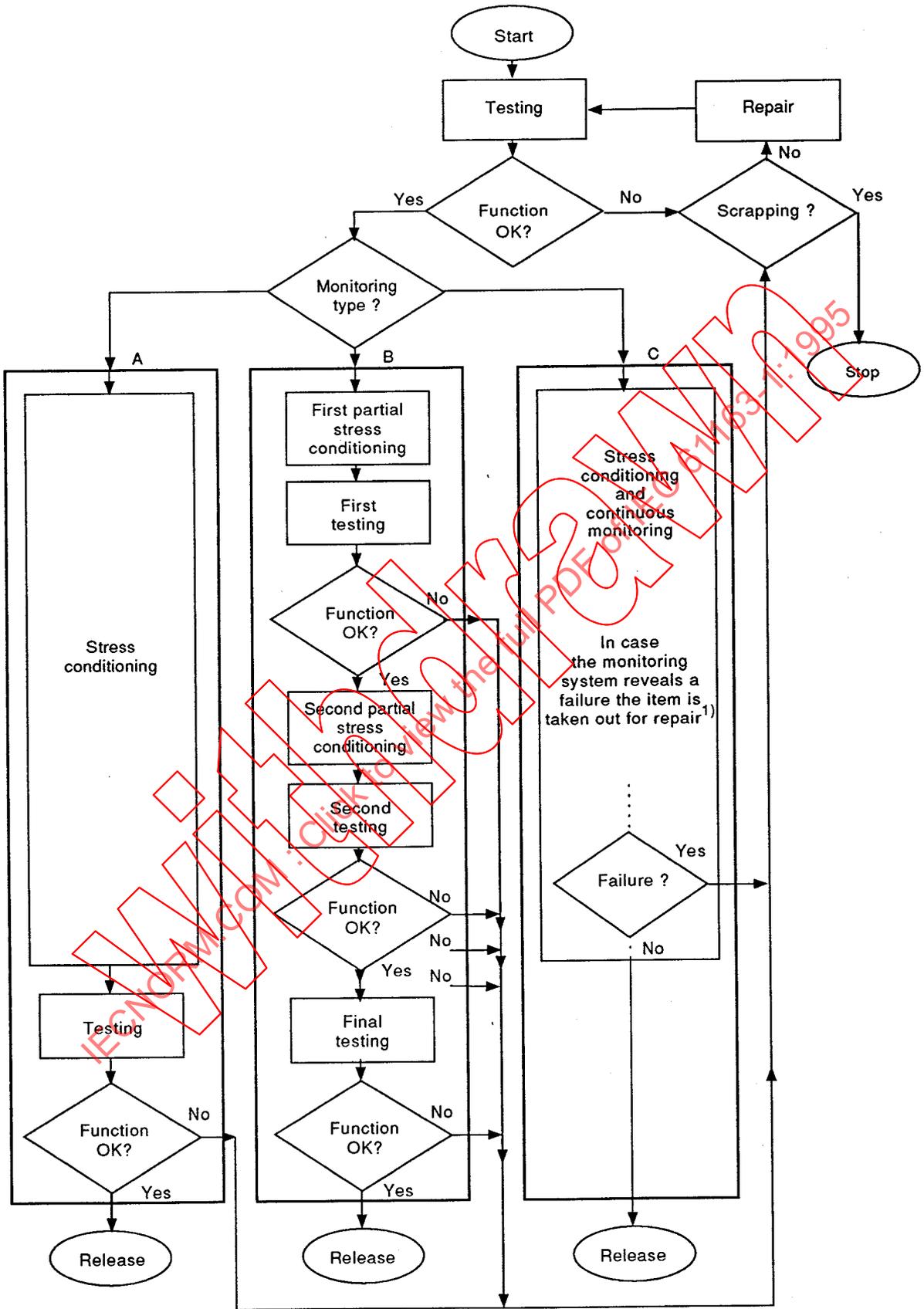
5.1 The reliability stress screening principle

The general principle of reliability stress screening is shown on the flow diagram in figure 4. According to this principle, an item has to survive a so-called "failure-free period", T_M , before it is released to the next step of production, or to the customer. Other screening principles may be possible, but are not covered by this standard.



1) Il est possible qu'il ne soit pas pratique de déplacer et de réparer les entités en panne avant la fin de la période T_M (voir 6.1.2)

Figure 4 – Déverminage sous contraintes d'entités réparables



1) Sometimes it may not be practical to remove and repair the failed item before the end of the period T_M (see 6.1.2)

Figure 4 - Reliability stress screening of repairable items

L'organigramme ci-avant fait apparaître trois méthodes possibles selon le mode de détection des défaillances provoquées par l'épreuve sous contraintes.

- Dans le cas de la méthode A, on contrôle deux fois le fonctionnement, une fois avant l'épreuve sous contraintes et une fois après.
- Dans le cas de la méthode B, on contrôle le fonctionnement plusieurs fois à des intervalles de temps qui suivent, si possible, une loi logarithmique, l'intervalle le plus court étant placé au début de l'épreuve.
- Dans le cas de la méthode C, on surveille le fonctionnement en permanence pendant toute la durée de l'épreuve sous contraintes. Cette dernière méthode est préférable pour plusieurs raisons:
 - gain de temps;
 - détection des défaillances intermittentes et les défaillances qui ne surviennent que sous contraintes;
 - l'application des contraintes après une défaillance peut être évitée.

La surveillance permanente du fonctionnement est particulièrement utile pendant le déverminage d'une production pilote. Pendant le déverminage d'une production stabilisée, on peut supprimer la surveillance du fonctionnement pendant l'épreuve sous contraintes si les circonstances le permettent. Cependant, les deux contrôles de fonctionnement, avant et après l'épreuve sous contraintes, ne doivent jamais être supprimés. Les entités ne doivent jamais être placées sous contraintes sans un contrôle initial de fonctionnement.

L'ampleur et la nature précise du contrôle de fonctionnement avant, pendant et après l'épreuve sous contraintes, dépendent étroitement de la nature des entités considérées et de la fonction qui leur sera attribuée. La présente norme ne contient aucune recommandation à ce sujet. Cependant, les méthodes décrites dans ce qui suit supposent que les contrôles de fonctionnement assurent une détection efficace des défaillances.

La suite de la description des méthodes de déverminage dépend de la phase où l'on se trouve entre la conception d'un produit et la production stabilisée. Trois phases sont considérées:

- la préparation d'un déverminage sous contraintes;
- le déverminage sous contraintes d'une production pilote;
- le déverminage sous contraintes d'une production stabilisée.

5.2 Catégories de défaillances

Les entités devenues défectueuses pendant le déverminage doivent être soigneusement examinées afin qu'on puisse connaître les modes de défaillances, leurs mécanismes et/ou leurs causes.

Pour définir les actions correctives, il faut classer les défaillances selon les trois catégories suivantes:

- a) mauvaise conception du produit;
- b) défauts intrinsèques;
- c) défauts induits.

D'après la figure 5, le classement peut être différent selon qu'on se place chez le fabricant d'un composant ou chez le constructeur d'un système.

The flow diagram shows three alternatives in connection with the stress conditioning.

- Alternative A shows two function checks, one before and one after the stress conditioning.
- Alternative B shows performance monitoring at discrete points in time with time intervals, preferably selected according to a logarithmic scale, so that the closest monitoring takes place in the beginning of the stress conditioning.
- Alternative C shows continuous monitoring during the entire stress conditioning. This alternative is preferable, because of

- time saving;
- detection of intermittent failures and of failures present only during the action of the stress;
- avoiding of stressing after a failure.

The performance monitoring is of particular importance during pilot-production reliability stress screening. During mature production, reliability stress screening the performance monitoring under stress conditioning may be deleted, according to the circumstances. However, the two function checks, one before and one after the stress conditioning period, can never be omitted. Items should not be put directly under stress conditioning without the initial function check.

The extent and the details of the functional checking before, during and after the stress conditioning depend strongly on the nature and intended function of the items in question. This standard contains no guidance in that respect. The procedures described hereafter, however, presume that the function checks are efficient in evidencing failures.

The further details of the screening procedures depend on the time phase from product design to mature production. Three stages are considered:

- planning of reliability stress screening;
- pilot-production reliability stress screening;
- mature production reliability stress screening.

5.2 Failure categories

The items failing during a reliability stress screening shall be carefully examined in order to establish the failure modes, mechanisms, and/or causes.

For the purpose of defining corrective actions, the failure shall be classified in the following three categories, based on an assessment of the above-mentioned examination result:

- a) inadequate product design;
- b) inherent flaws;
- c) induced flaws.

Referring to figure 5, the classification may differ depending on whether the assessment takes place at the component manufacturer or at the assembly manufacturer.

Une mauvaise conception du composant ainsi que des défauts induits dans un composant par le fabricant du composant deviennent des défauts intrinsèques pour le constructeur du système.

Dans la plupart des cas, seules les défauts intrinsèques et induits peuvent être extraites par le déverminage. Cependant, on peut utiliser quelquefois un déverminage dans des cas de conception marginaux et/ou pour des processus de fabrication difficiles à maîtriser.

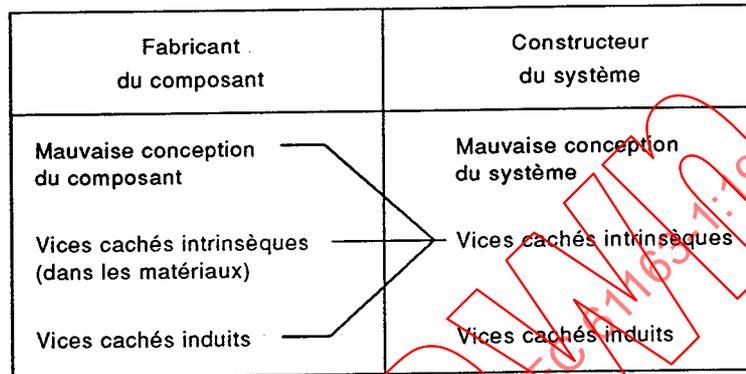


Figure 5 - Relations entre les catégories de défaillance

5.3 Instants d'apparition des défaillances

Pendant un déverminage sous contraintes, on doit enregistrer et évaluer les instants d'apparition des défaillances. Ceci constitue en effet une partie importante du traitement parce que l'on peut ainsi vérifier en permanence la validité des données utilisées pour la préparation du traitement.

6 Préparation

6.1 Epreuve sous contraintes

L'épreuve de déverminage sous contraintes comprend la durée du déverminage et les conditions de contraintes comme le montre la figure 6. Cette figure montre aussi que les conditions sont définies par les types de contraintes, par leurs niveaux et par les cycles d'application.

Inadequate component design and flaws induced into the component by the component manufacturer become inherent flaws at the assembly manufacturer.

In most cases, only the induced and the inherent flaws may be weeded out by the screening process. However, in some cases a screening process may be applied to cater for marginal design problems, and/or for processes which are difficult to control.

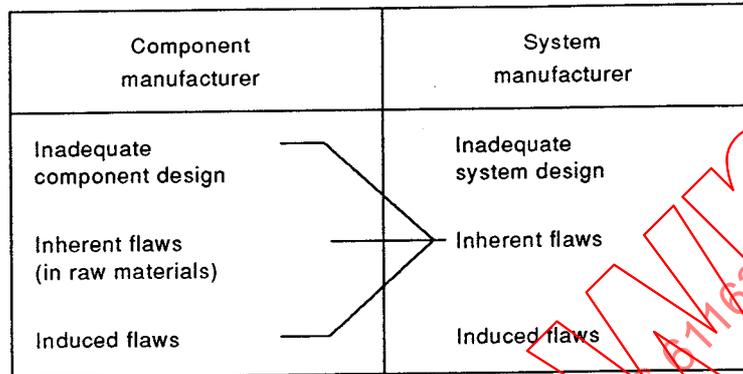


Figure 5 – Dependency of categories of failures

5.3 Time of occurrence of failures

The time of occurrence of failures shall be recorded and evaluated. This is a vital part of the reliability stress screening process, making it possible to permanently monitor it to ensure that the failure data used for the design of the process are still relevant.

6 Planning

6.1 Stress conditioning

The stress conditioning is composed of the screening duration and the stress conditions as illustrated in figure 6. The conditions are defined by the levels, cycles, and types.

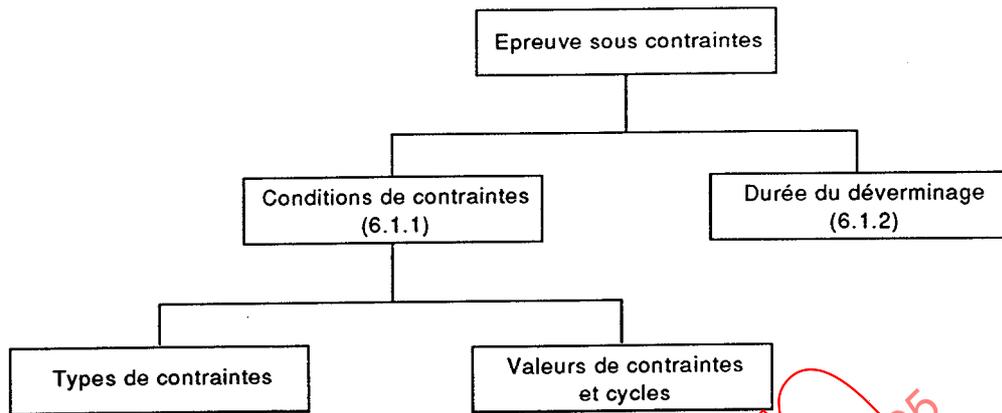


Figure 6 – Eléments de l'épreuve sous contraintes

6.1.1 Conditions de contraintes

Il est préférable que les conditions de contraintes soient adaptées aux entités considérées. Elles doivent être conçues pour déclencher les mécanismes de défaillance liés aux défauts, mécanismes qui risquent de provoquer des défaillances en exploitation, mais elles ne doivent pas altérer les caractéristiques des entités saines ou des parties saines des entités.

La méthode pour choisir les conditions de contraintes est la suivante:

- 1) Considérer les conditions d'exploitation prévues, c'est-à-dire les contraintes de fonctionnement et d'environnement en exploitation et faire la liste aussi complète que possible des fragilités qui risqueraient de donner des défaillances précoces dans ces conditions, en tenant compte de la conception et du processus de fabrication de l'entité.
- 2) Classer les fragilités trouvées en trois classes:
 - a) Les fragilités qui peuvent être supprimées de façon rentable par des modifications de la conception ou du processus de fabrication. Il n'est pas conseillé de supprimer de telles fragilités par un déverminage sous contraintes.
 - b) Les fragilités qui peuvent être supprimées de façon rentable par un contrôle particulier en production. Elles ne doivent pas être traitées par un déverminage sous contraintes. Il convient d'avoir recours au contrôle visuel ou à un déverminage par des indicateurs de fiabilité.
 - c) Les fragilités restantes constituent les défauts qui peuvent être éliminés par un déverminage sous contraintes.
- 3) Examiner les défauts et chercher les contraintes d'environnement ou de fonctionnement (ou les deux simultanément) qui ont le plus de chance de transformer ces défauts en défaillances. On trouvera un guide sur les effets des différentes contraintes dans les annexes B à E.
- 4) Choisir parmi les contraintes trouvées la condition de contrainte (ou les conditions) la (les) plus efficace(s) y compris leur séquence ou leur combinaison. Les contraintes choisies peuvent ne pas être liées directement aux conditions d'exploitation. On trouvera un guide sur les conditions de contraintes préférentielles et sur leur efficacité dans l'annexe A.
- 5) Pour chaque condition de contrainte, chercher la valeur maximale de la contrainte qui peut être adoptée sans surcharger un composant quelconque de l'entité considérée. En principe, ceci veut dire que les contraintes devront être à l'intérieur des limites de fonctionnement spécifiées pour l'entité plutôt que pour ses composants constitutifs.

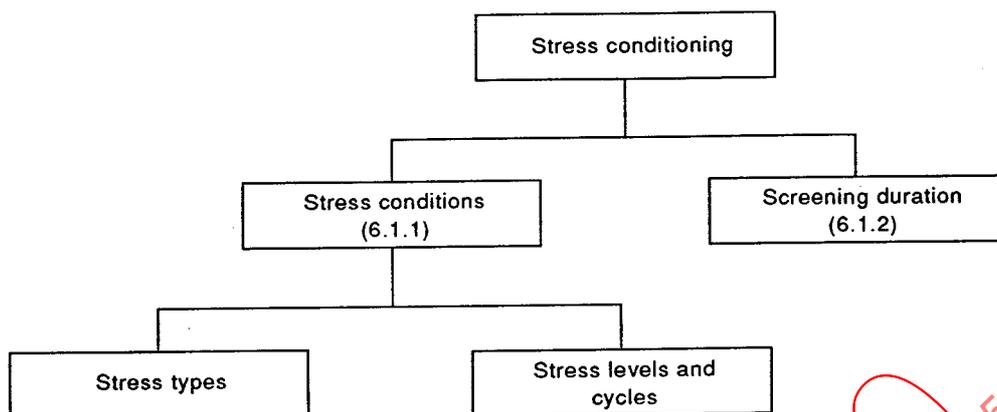


Figure 6 – Elements of stress conditioning

6.1.1 *Stress conditions*

Preferably, the stress conditions should be tailored for the items under consideration. They shall aim at excitation of flaw-related failure mechanisms likely to create failures in the field, without altering the characteristics of sound items or sound parts of an item.

The procedure for the choice of stress condition is as follows.

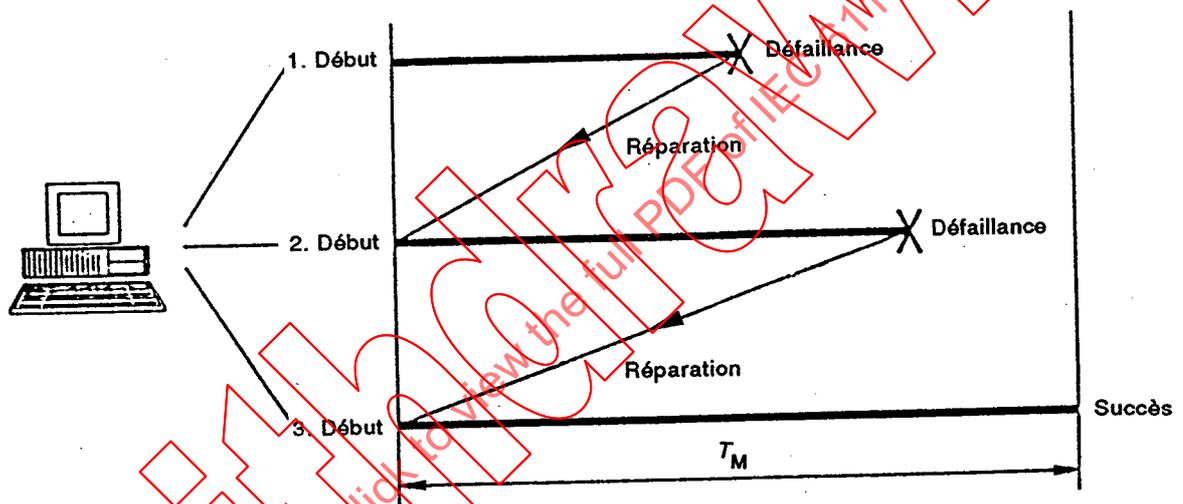
- 1) Consider the expected field conditions, that is the operational and environmental stresses in the field, and list as far as possible the weaknesses likely to give early failures under these conditions, taking into account the design and the manufacturing process of the item.
- 2) Group the weaknesses listed into three groups:
 - a) Weaknesses which cost-effectively can be removed by design or process modifications. Reliability stress screening should not be applied to remove weaknesses of this kind.
 - b) Weaknesses which cost-effectively can be removed by some kind of inspection during production. These cannot be taken care of by reliability stress screening. Visual inspection or reliability indicator screening should be used.
 - c) The remaining weaknesses constitute the flaws that can be removed by reliability stress screening.
- 3) Consider the flaws and evaluate the environmental and/or operational stresses which are most likely to develop these flaws into failures. Guidance concerning the effect of different stress conditions can be found in annexes B to E.
- 4) Select among the stresses identified the most efficient stress condition/conditions, including their sequence and/or combinations. The stresses selected may not be directly related to the field conditions. Guidance concerning preferred stress conditions and their efficiency can be found in annex A.
- 5) For each stress condition, evaluate the maximum stress level which can be used without overstressing any component in the item under consideration. This will normally mean that the stress should be within the specified operating limits of the item, rather than the constituent component.

6.1.2 Durée du déverminage

La durée du déverminage est le temps total pendant lequel une entité est soumise aux conditions de contraintes de déverminage. C'est une variable aléatoire qui dépend du nombre de fois que l'entité a été réparée avant qu'elle ait pu fonctionner sans défaillance pendant une durée égale à la période prévue dite «sans défaillance» (voir la figure 7).

Pour une entité sans défautuosité, la durée du déverminage est très vraisemblablement égale à la période dite «sans défaillance».

Pour un matériel ayant un grand nombre de défautuosités ou pouvant en recevoir (par exemple pendant les réparations) la durée de déverminage sera généralement plus grande. Il peut être nécessaire, pour des raisons techniques et/ou économiques de limiter le nombre maximal admissible de réparations. Il faut mettre au rebut les entités qui ont été réparées plus souvent (voir la figure 4). Une méthode pour calculer la durée moyenne du déverminage est donnée dans l'annexe G.



NOTE - La longueur totale des traits gras représente la durée du déverminage.

Figure 7 - L'entité doit fonctionner sans défaillance pendant une durée égale à la période T_M avant d'être acceptée

6.2 Détermination de la période sans défaillance T_M

6.2.1 Acquisition des renseignements nécessaires

Les renseignements nécessaires pour déterminer la période sans défaillance T_M sont les suivants:

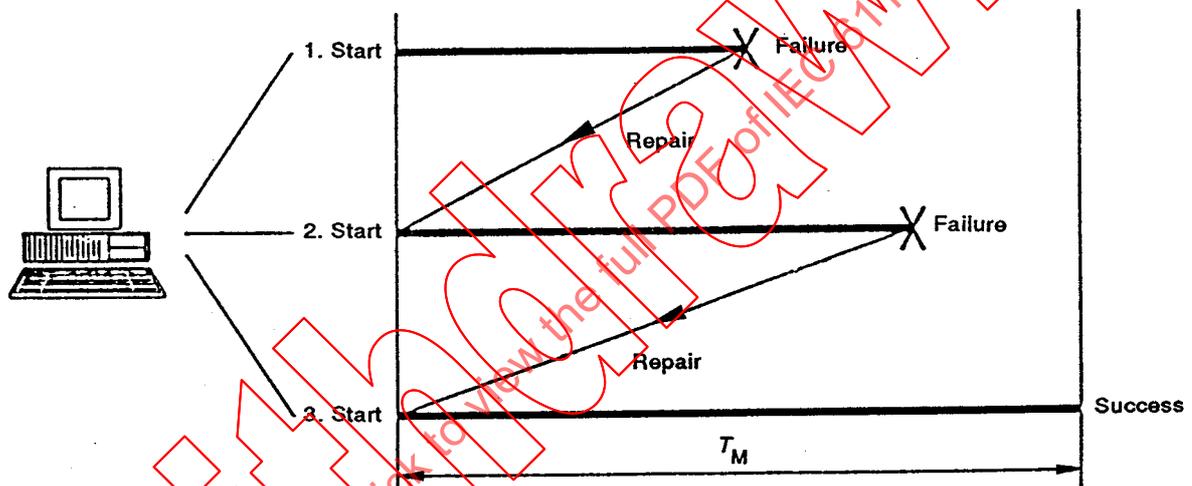
- la proportion de composants fragiles dans chaque classe de composants à risques;
- la durée moyenne de fonctionnement jusqu'à défaillance des composants fragiles dans chaque classe de composants à risques;
- le nombre total N de composants dans l'ensemble des classes de composants à risques que l'on suppose mélangées;
- la proportion admissible p_B d'entités fragiles qui peut être tolérée à l'étape suivante de production ou acceptée par le client.

6.1.2 Screening duration

The screening duration is the accumulated relevant time during which an item is exposed to the screening stress conditions. It is a stochastic variable, which depends on how many times the item has to be repaired before it has survived a predetermined failure-free period (see figure 7).

For an item without flaws, the screening duration is likely to be one failure-free period.

For an item with many flaws, or susceptible to induction of flaws (for example during repair), the screening duration will be generally longer. For technical and/or economical reasons, it may be necessary to limit the maximum permissible number of repairs. Items should exceeding that number shall be scrapped (see figure 4). A method for the calculation of the average screening duration appears in annex G.



NOTE - The total length of the "thick" lines constitutes the screening duration.

Figure 7 – The item must show a failure-free period T_M before being accepted

6.2 Evaluation of the failure-free period T_M

6.2.1 Collection of information

The necessary information for the determination of the failure-free period, T_M , is:

- the fraction of weak components in each of the rogue component classes;
- the mean time to failure for the weak components in each of the rogue component classes;
- the sum of the numbers, N , of components in the rogue component classes;
- the acceptable fraction, p_B , of weak items that can be submitted to the next level of production, or to the customer.

En premier lieu, il faut rechercher les classes de composants à risques; ces classes sont normalement peu nombreuses si la conception de l'entité est correcte. On peut s'inspirer pour cela de l'expérience du passé à partir de déverminages sous contraintes et/ou de résultats d'analyses de défaillance de systèmes dont les techniques d'assemblage et les techniques de constitution de composants sont similaires.

Pour déterminer les proportions des composants fragiles et leur durée moyenne de fonctionnement jusqu'à défaillance, il est nécessaire de faire quelques hypothèses d'école qui peuvent aussi s'appuyer sur l'expérience du passé comme précédemment. Il convient de déterminer les valeurs des durées moyennes de fonctionnement avant défaillance, valeurs correspondant aux conditions du déverminage. Une grande précision n'est pas nécessaire pour la préparation du traitement de déverminage car on pourra corriger ces valeurs après la production pilote et/ou pendant la production.

La valeur N est calculée exactement en comptant le nombre de composants de chaque classe de composants à risques de l'entité.

Enfin, il est recommandé de choisir une valeur p_B d'après les exigences de satisfaction des clients dans les conditions du marché.

Lorsque le déverminage porte sur plusieurs degrés d'intégration d'une production, c'est la valeur de p_B correspondant au système terminé qu'il faut considérer d'abord. Les valeurs intermédiaires de p_B (pour les étapes intermédiaires) doivent ensuite être déterminées de façon à obtenir la valeur finale.

6.2.2 Détermination de la période sans défaillance T_M

Dans le modèle de déverminage retenu, on suppose que la fonction de fiabilité des entités fragiles est exponentielle et que les entités saines ont en pratique des durées de vie infinies. Ces hypothèses sont admissibles pour des besoins industriels.

La méthode pour déterminer la période sans défaillance T_M comporte six étapes:

ETAPE 1: On mélange les différentes classes de composants à risques en une classe unique «anonyme». On retient pour cette nouvelle classe «anonyme» les valeurs p_c et m_{F1} suivantes:

- La plus grande des valeurs de la proportion des composants fragiles dans chacune des classes de composants à risques évaluées selon 6.2.1, soit p_c .
- La plus grande des durées moyennes jusqu'à défaillance des composants fragiles de chacune des classes des composants à risques évaluées selon 6.2.1, soit m_{F1} .

ETAPE 2: On calcule la proportion prévue p_s d'entités fragiles à l'instant initial, avant le déverminage, par la formule:

$$p_s = 1 - (1 - p_c)^N \quad (1)$$

où

p_c est la proportion de défaillances précoces dans la classe «anonyme» de composants à risques

N est le nombre total de composants dans la classe «anonyme» de composants à risques de l'entité.

The first step is to identify the rogue component classes, which for a good design should be few. Previous experience from reliability stress screening and/or field failure reports on systems, for which similar assembling and component technology has been applied, can be used.

For the determination of the fraction of weak components and the mean times to failures of the weak components in the rogue component classes, it is necessary to make some educated guesses, which also can be based on previous experience as above. The values of the mean times to failures should be assessed for the proposed stress screening conditions. Very high degree of accuracy is not necessary in the planning procedure, as corrections can be made after pilot-production and/or during the production.

The value of N is accurately calculated by counting the number of components in the rogue component classes in the assembly.

Finally, the value of p_B is a decision which should be based on market requirements for the customer's satisfaction.

For reliability stress screening on several production levels, the value of p_B for the final product should be decided first. The p_B values for the intermediate production levels should then be determined in order to achieve the final value.

6.2.2 Determination of the failure-free period T_M

The model for screening assumes that the lifetime distribution for the weak items is exponential and that the strong items in practical terms have infinite lifetimes. This assumption is useable for engineering purposes.

The procedure for the determination of the failure-free period, T_M , consists of six steps.

STEP 1: The various rogue component classes are lumped together as one "anonymous" component class.

- The early failure fraction, p_c , is set equal to the largest of the values evaluated under 6.2.1.
- The mean time to failure, m_{F1} , for the weak components in this class is set equal to the largest of the values evaluated under 6.2.1.

STEP 2: Compute the expected fraction, p_s , of weak items at time zero before screening, using the following formula:

$$p_s = 1 - (1 - p_c)^N \quad (1)$$

where

p_c is the early failure fraction of the "anonymous" rogue component class, and

N is the total number of components in the "anonymous" rogue component class in the item.

ETAPE 3: On compare p_B à la valeur p_s déterminée à l'étape 2 ci-avant.

Si $p_B > p_s$ le déverminage n'est pas nécessaire.

Si $p_B < p_s$ le déverminage est nécessaire. On passe alors à l'étape 4.

ETAPE 4: On choisit en 6.3 le graphique des durées qui correspond à la proportion de défaillances précoces p_c de l'étape 1. S'il n'y a pas de graphique correspondant à cette valeur, on choisit le graphique le plus proche et on attribue à ce graphique une nouvelle valeur N_n d'après la formule:

$$N_n = N' \frac{p'_c}{p_c} \quad (2)$$

où

N' et p'_c sont les valeurs imprimées sur le graphique pour N et p_c .

N_n est la nouvelle valeur de N à porter sur les courbes du graphique.

ETAPE 5: On repère sur la courbe correspondant à N (valeur trouvée en 6.2.1 pour le nombre de composants dans les classes à risques), le point d'ordonnée p_B (valeur adoptée en 6.2.1 pour la proportion acceptable d'entités fragiles qui subsisteront).

ETAPE 6: L'abscisse du point trouvé à l'étape 5 est la valeur de $\frac{T_m}{m_{F1}}$.

Cette valeur représente la période sans défaillance T_M rapportée à la valeur de la durée moyenne jusqu'à défaillance des composants à risques m_{F1} (étape 1). En multipliant la valeur de l'abscisse par m_{F1} , on obtient la période sans défaillance T_M .

6.3. Graphiques des temps pour déterminer la période sans défaillance

Les figures 8a à 8h ci-après fournissent la valeur de la période sans défaillance T_M en fonction de la proportion p_B d'entités fragiles qui subsisteront après le déverminage, et selon le nombre, N , de composants dans les classes à risques.

STEP 3: Compare p_B with the value of p_s determined in step 2.

If $p_B > p_s$ screening is not necessary.

If $p_B < p_s$ screening is necessary. Then proceed to step 4.

STEP 4: Look up the time graph in 6.3 that corresponds to the early failure fraction, p_c (step 1). If p_c is not on the graphs, then choose the nearest value and recalculate the N_n values on the graphs by:

$$N_n = N' \frac{p'_c}{p_c} \quad (2)$$

where

N' and p'_c are the printed values on the actual time graph, and

N_n is the recalculated N values corresponding to the present value of p_c .

STEP 5: Find the value of p_B on the vertical scale on the selected time graph and draw a horizontal line to intersect the curve for the specific value of N , the total number of components in the "anonymous" rogue component class (see 6.2.1 for the definition of N and p_B).

STEP 6: At the point of intersection, read off the value on the horizontal scale. This is the failure-free period, normalized with respect to m_{F1} (step 1). Multiply this value with m_{F1} to find the failure-free period T_M .

6.3 Time graphs for determination of the failure-free period

Figures 8a to 8h give the normalized failure-free period T_M as function of the fraction p_B of weak items remaining after reliability stress screening and as a function of the total number, N , of components in the "anonymous" rogue components class.

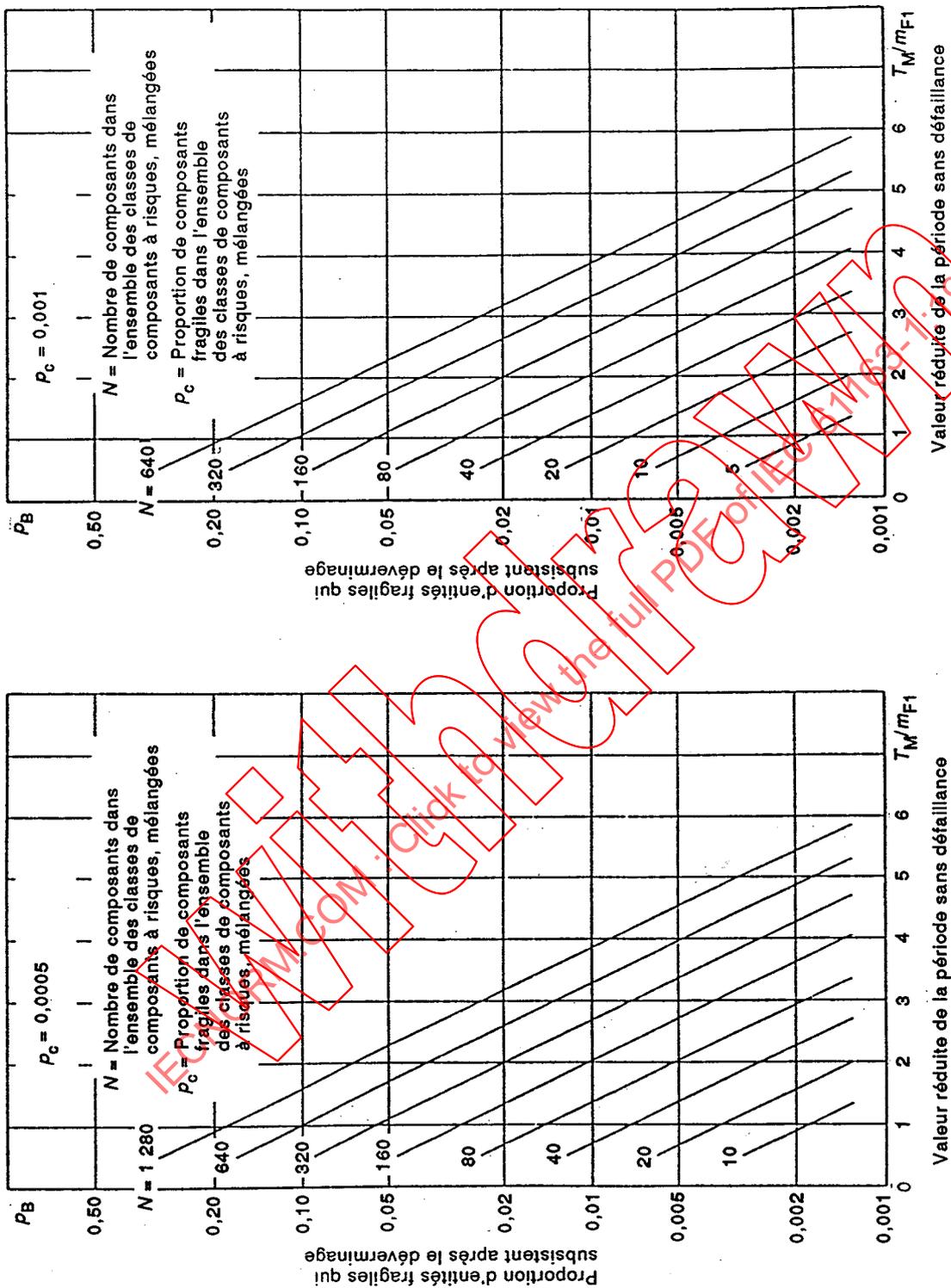


Figure 8a

Figure 8b

Figure 8 – Graphique des temps pour déterminer la période sans défaillance

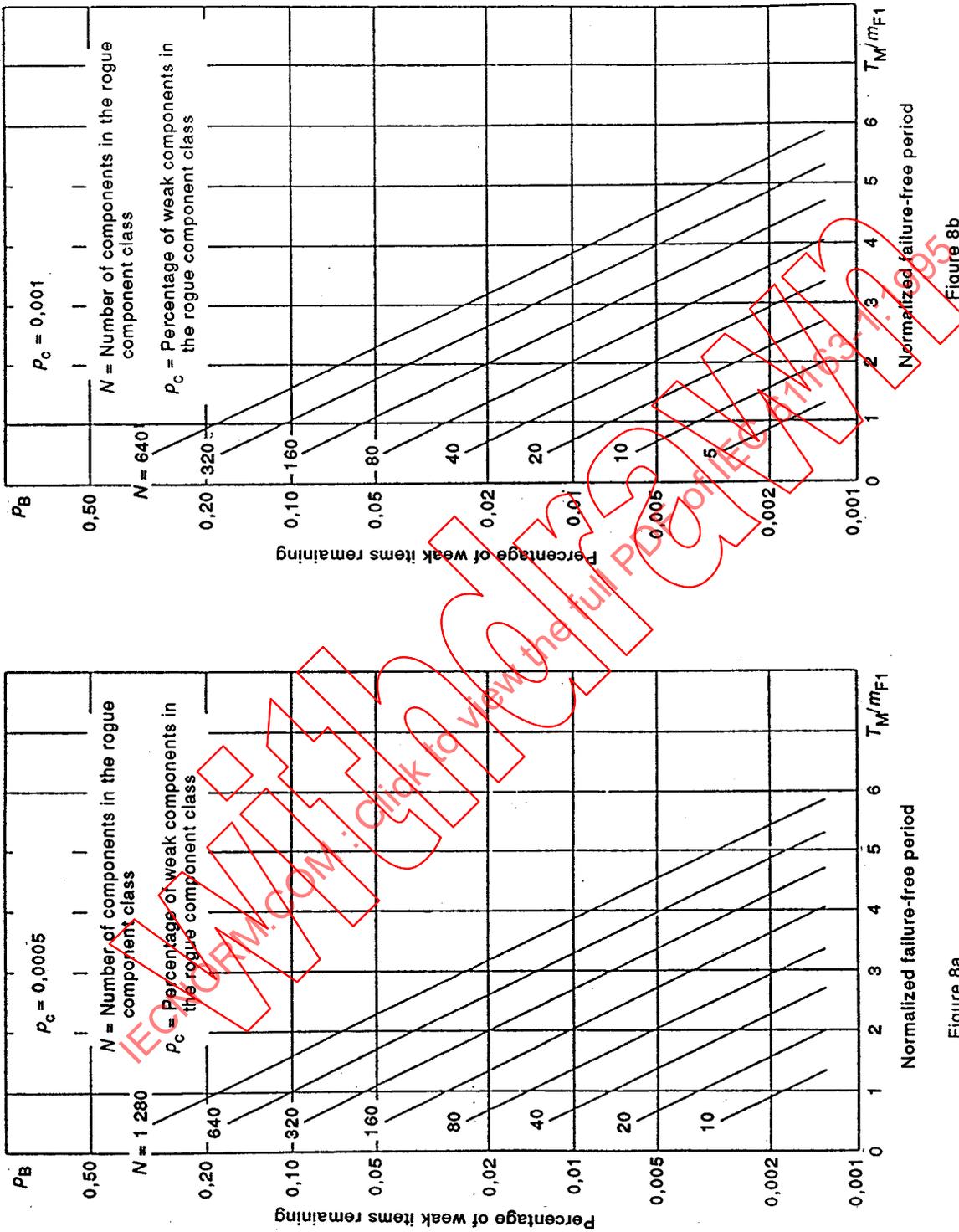


Figure 8 -- Time graphs for determination of the failure free period

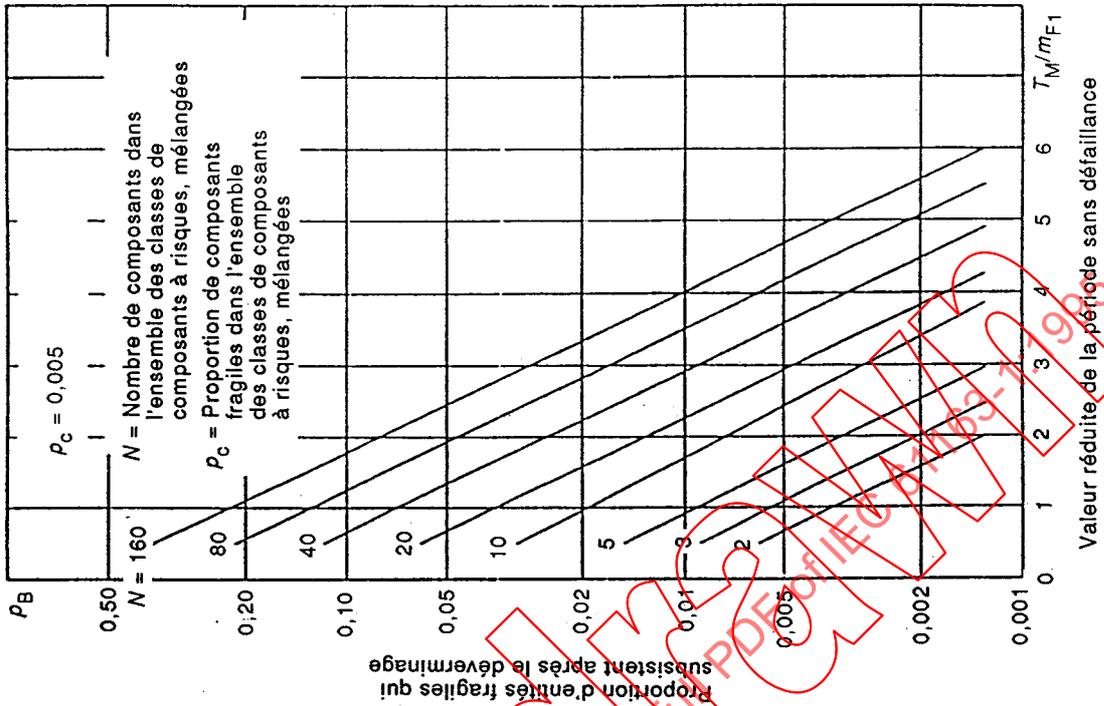


Figure 8c

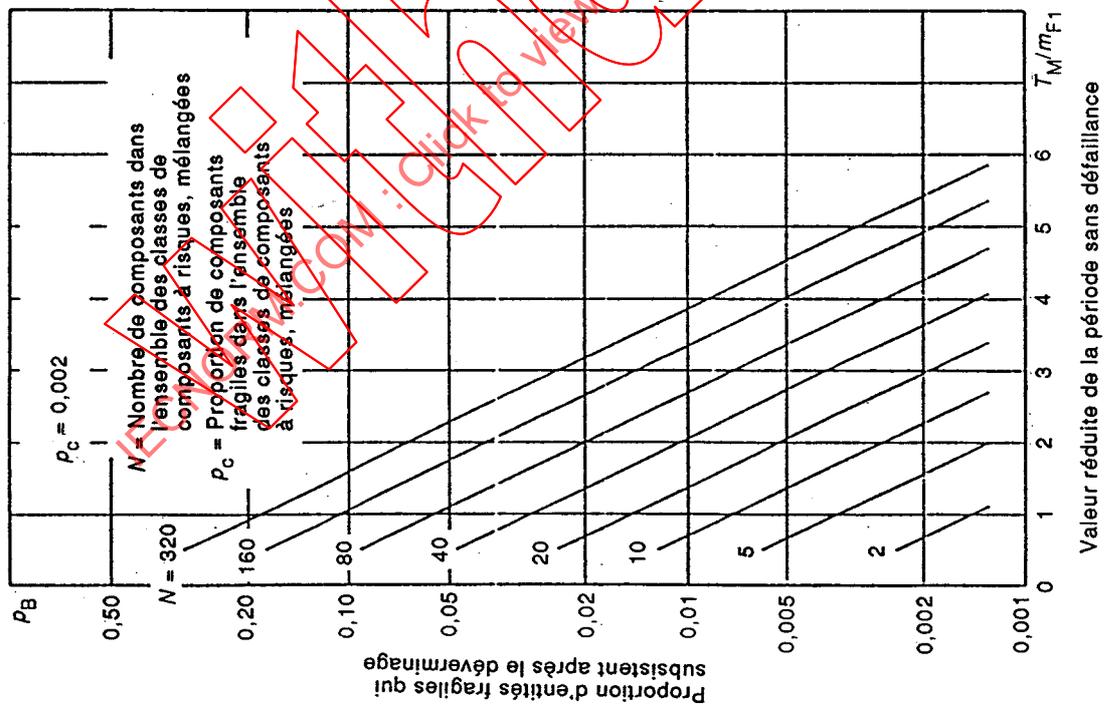


Figure 8d

Figure 8 -- Graphique des temps pour déterminer la période sans défaillance (suite)

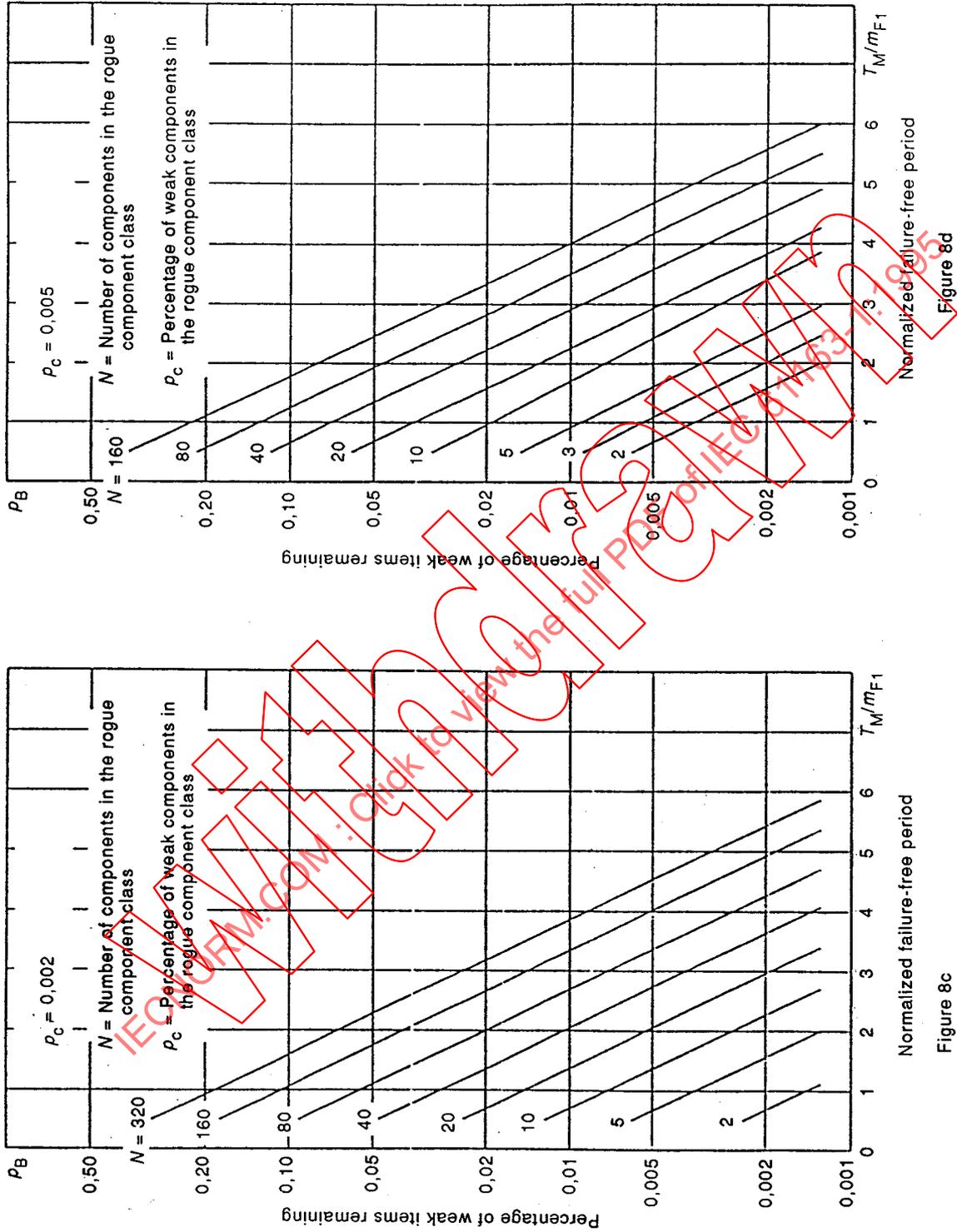


Figure 8c
Figure 8d
Figure 8 – Time graphs for determination of the failure free period (continued)

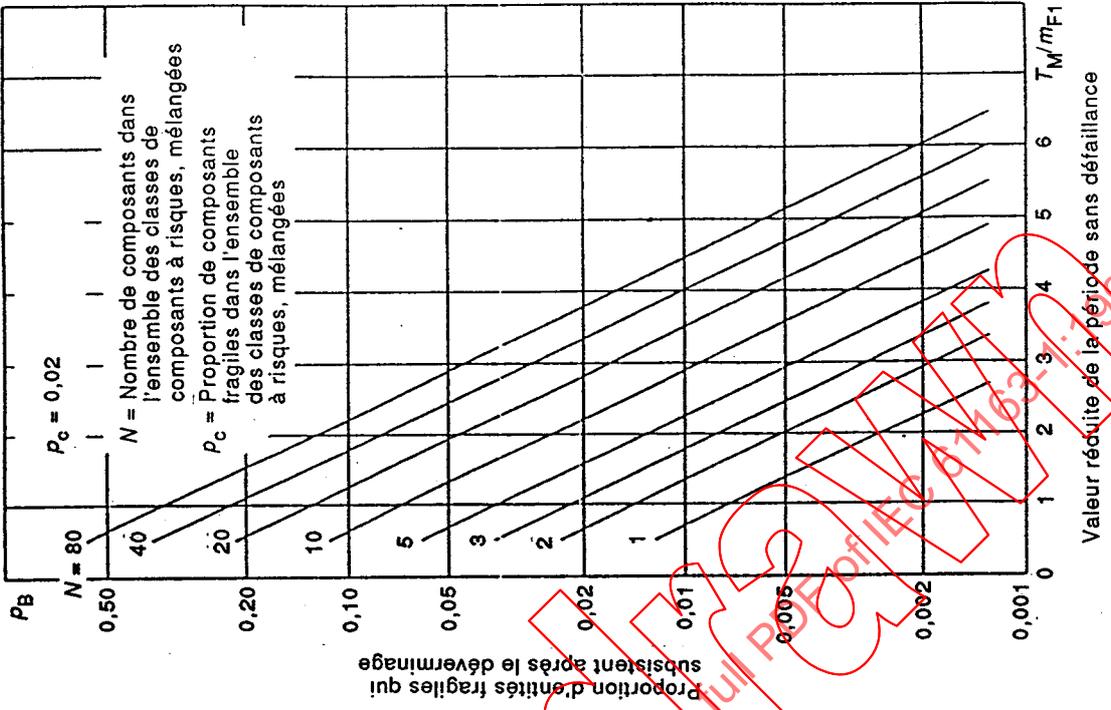


Figure 8f

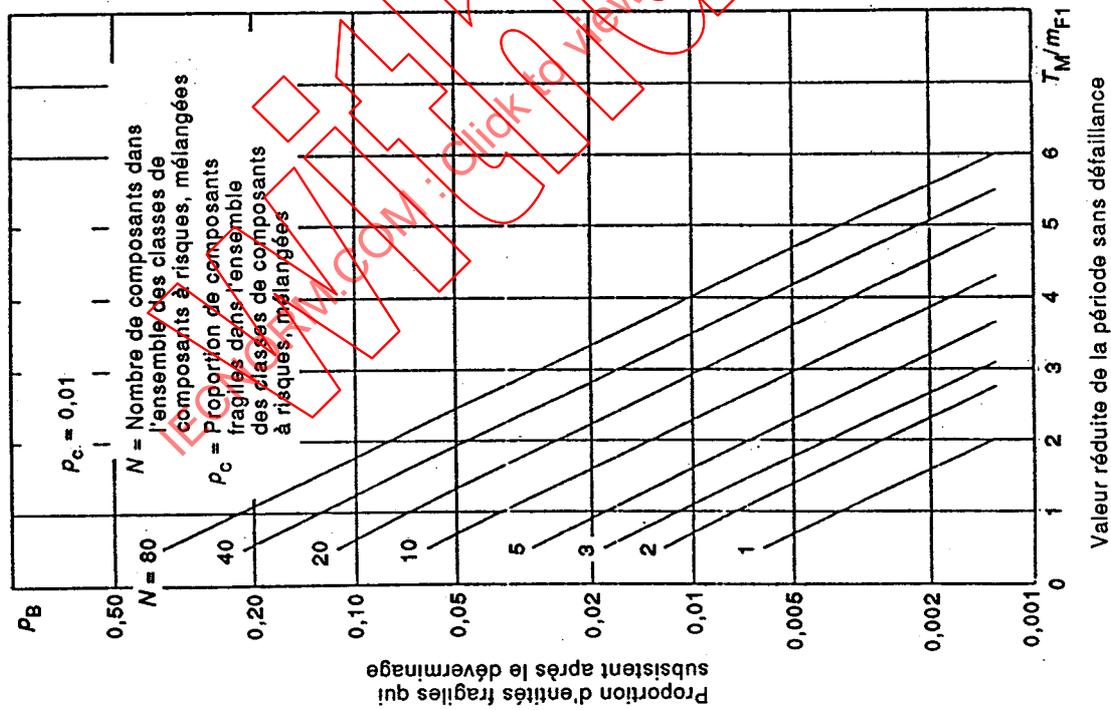


Figure 8e

Figure 8 – Graphique des temps pour déterminer la période sans défaillance (suite)

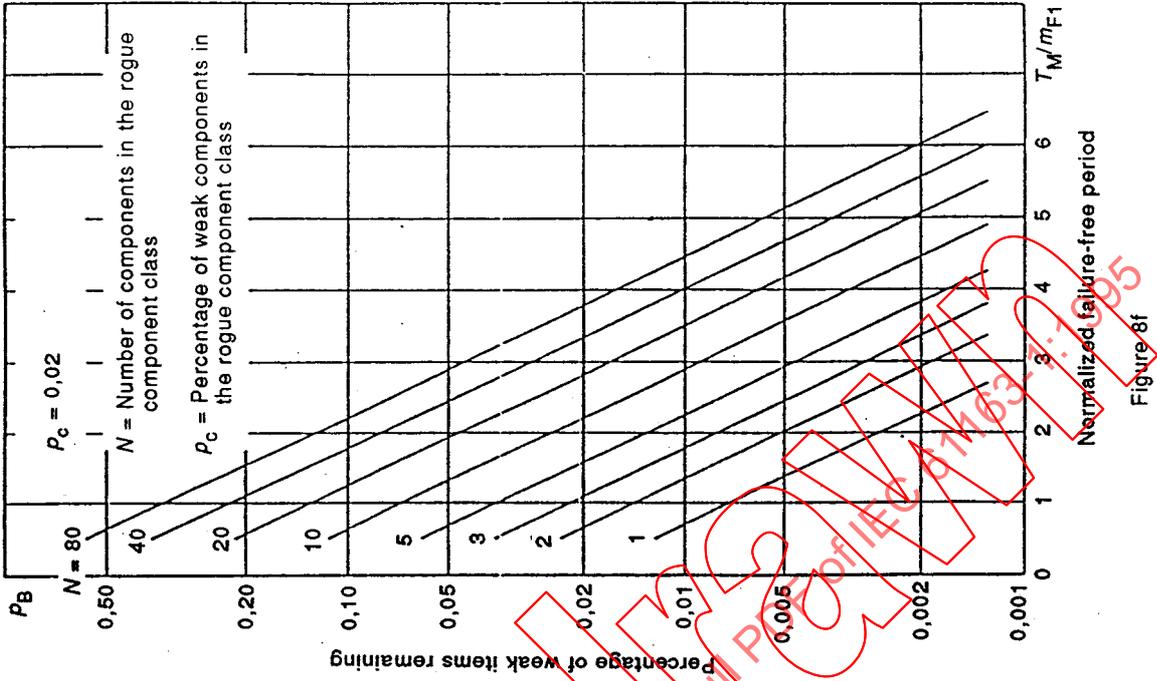


Figure 8f

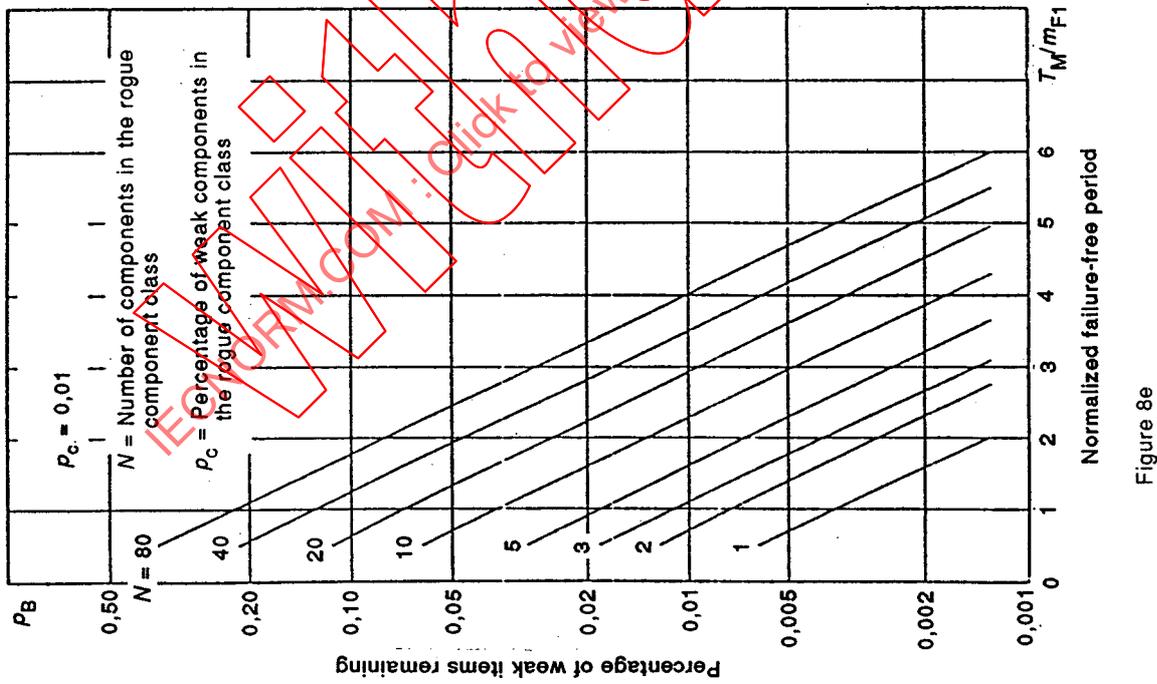


Figure 8e

Figure 8 – Time graphs for determination of the failure free period (continued)

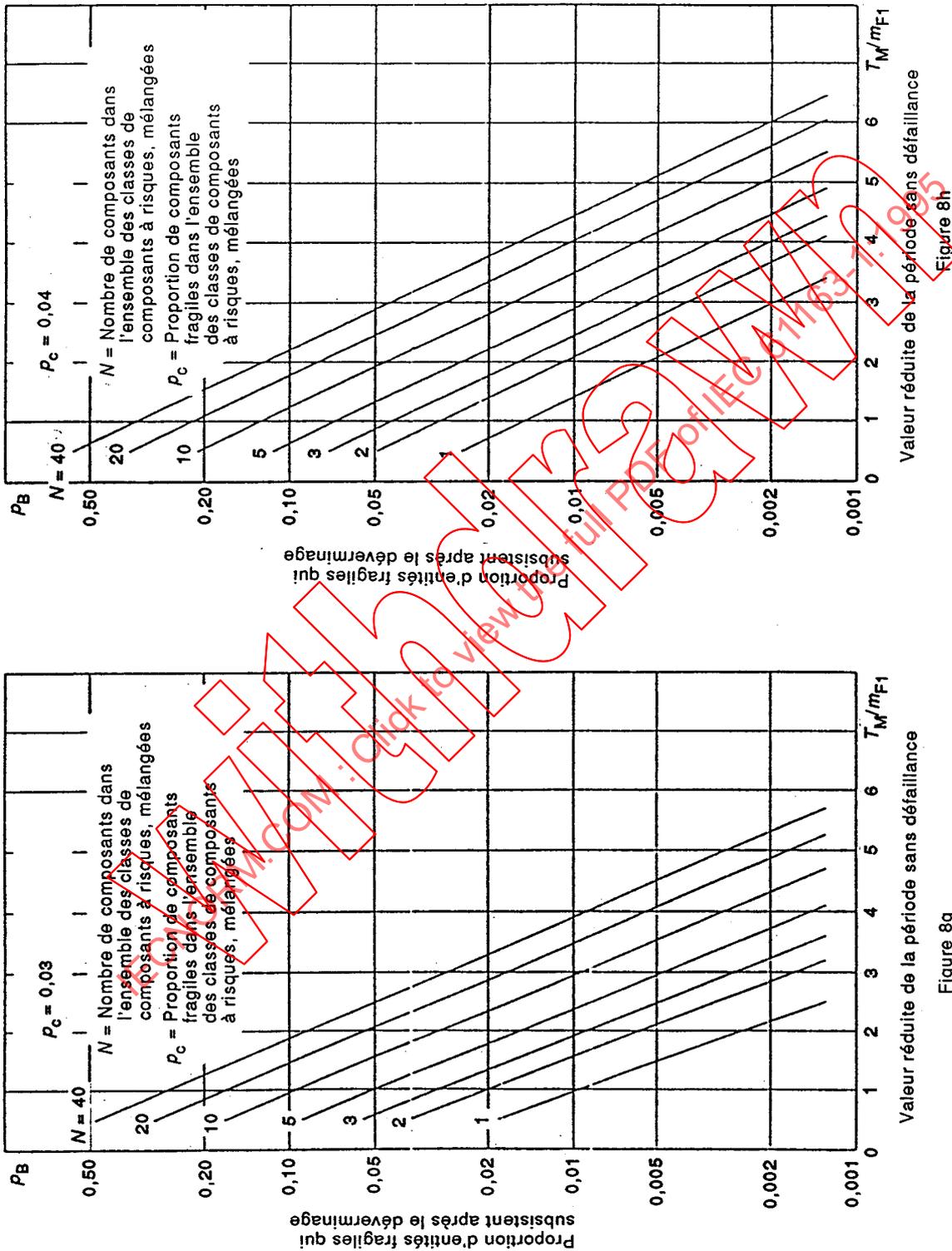


Figure 8g

Figure 8 – Graphique des temps pour déterminer la période sans défaillance (fin)

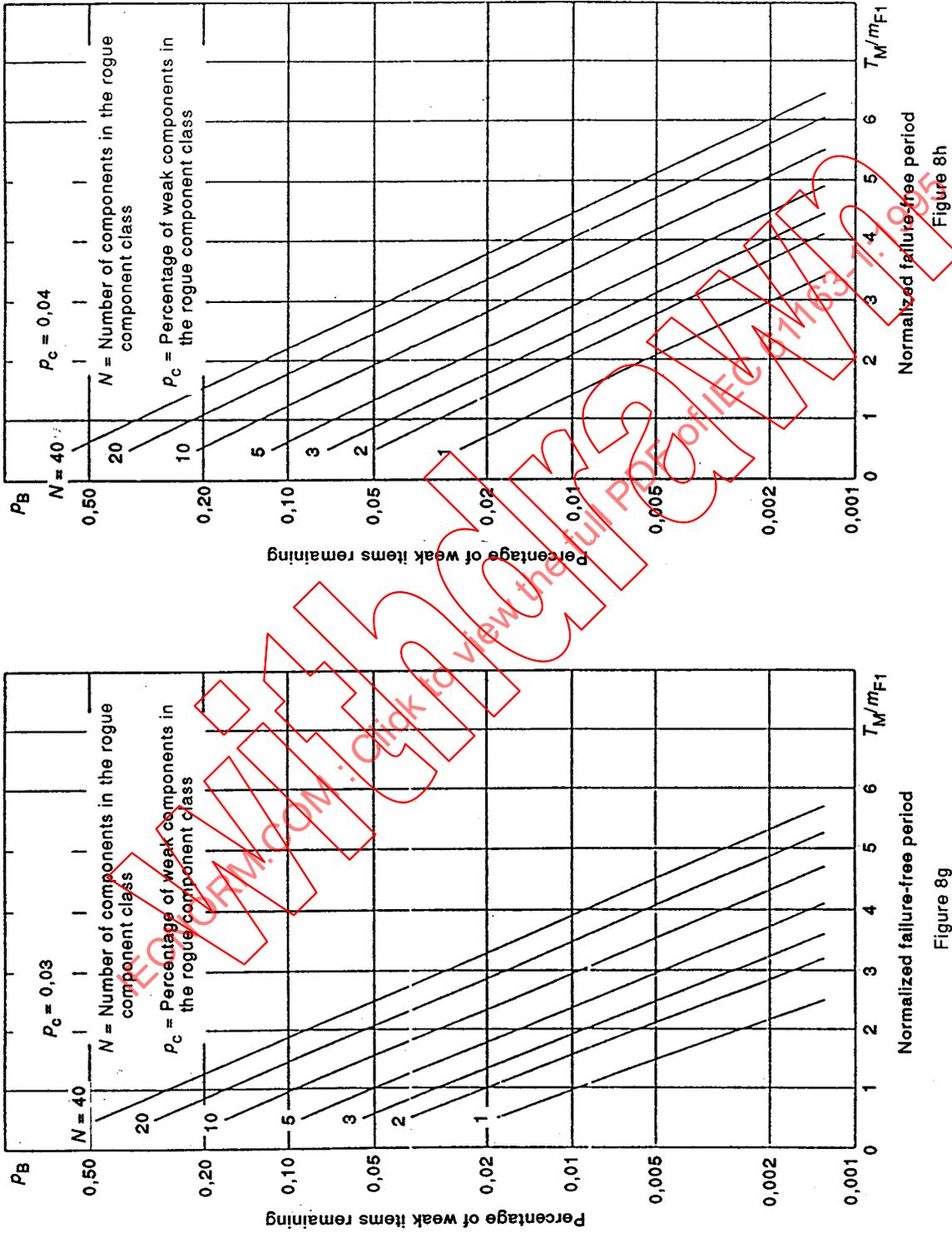


Figure 8g

Figure 8h

Figure 8 – Time graphs for determination of the failure free period (concluded)

7 Déverminage d'une production pilote

On dévermine toutes les entités fabriquées pendant la production pilote conformément au plan établi à l'article 5.

Il est très important de surveiller attentivement le fonctionnement sous contraintes des entités (de préférence selon la méthode C de la figure 4) afin de recueillir le plus possible de renseignements.

7.1 Acquisition des renseignements

On prolonge le déverminage d'un échantillon convenable d'entités que l'on désigne afin de recueillir des renseignements complémentaires. De façon empirique, il est recommandé de surveiller 30 entités pendant une durée égale à sept fois T_M pour obtenir une quantité de renseignements suffisante pour que l'on puisse décider une modification du traitement.

Il faut recueillir les renseignements suivants sur la production pilote ainsi que sur l'échantillon complémentaire:

- les types et les causes de défaillances;
- les durées jusqu'à la première défaillance des entités considérées.

7.2 Evaluation des renseignements obtenus

On examinera si les défaillances observées sont bien à prendre en compte. S'il n'en est pas ainsi, on examinera à nouveau la condition de contrainte (ou les conditions: types de contraintes, intensités, cycles).

Si les défaillances sont à prendre en compte, on portera les valeurs des durées jusqu'à la première défaillance sur un papier de Weibull (voir l'annexe F et la CEI 605-4). On évaluera le facteur de forme de la loi de Weibull et on regardera s'il existe un changement de pente après la première montée. S'il n'en est pas ainsi, on devra revoir les conditions générales des contraintes (conditions et durée).

NOTE - Le papier de Weibull a été choisi parce qu'il est d'emploi facile et parce qu'il convient aussi bien à la loi exponentielle. On peut utiliser d'autres méthodes de relevé.

Si l'on peut trouver un changement de pente, on détermine le nombre N de composants de l'ensemble «anonyme» des classes de composants à risques que le déverminage a mises en évidence.

A partir du tracé de Weibull on déterminera la proportion des assemblages fragiles (l'ordonnée de la partie horizontale de la courbe sur le papier de Weibull). Ceci donne la valeur de la proportion p_s d'entités fragiles avant déverminage.

On calcule ensuite la proportion p_c de composants fragiles dans les classes «anonymes» de composants à risques par la formule:

$$p_c = 1 - \frac{N}{\sqrt{1 - p_s}} \quad (3)$$

7 Pilot-production screening

The reliability stress screening is carried out as planned according to clause 5 for all items manufactured during the pilot-production phase.

Careful monitoring (preferably of type C in figure 4) is very important here in order to obtain as much information as possible.

7.1 Collection of information

A suitable subset of items are marked for the collection of further information through a prolonged screening. As a rule of thumb, 30 items monitored for a time of $7 T_M$ should provide enough information for a decision for a possible revision.

The information collected for the whole pilot production lot, as well as the subset, shall be:

- the type and cause of failures;
- the time to first failure of the items under consideration.

7.2 Evaluation of information

Consider whether the failures are relevant. If not, reconsider the selected stress condition/conditions (stress types, levels and cycles).

If the failures are relevant, make a Weibull plot of the times to first failure (see annex F and IEC 605-4). Evaluate the shape of the Weibull plot, and note whether the curve is levelling off after the first rise. If not, reconsider the stress conditioning (stress conditions and duration).

NOTE - The Weibull plotting technique is selected, because it is easy to use and caters for the exponential case as well; other plotting techniques may be used.

If a levelling off can be identified, determine the number N of components in the "anonymous" rogue component class that the screening has revealed.

Derive then from the Weibull plot the fraction of weak items (the "horizontal" part of the Weibull curve). This is the value p_s (the fraction of weak items before screening).

Calculate hereafter the fraction, p_c , of the "anonymous" rogue component class by:

$$p_c = 1 - \frac{N}{\sqrt{1 - p_s}} \quad (3)$$

On cherche enfin la valeur de la durée moyenne de fonctionnement jusqu'à défaillance m_{F1} des composants fragiles. Celle-ci peut être obtenue en pratique par la formule:

$$m_{F1} = m_{Fs} \times p_c \times \frac{N}{p_s} \quad (4)$$

où m_{Fs} est la durée moyenne jusqu'à défaillance des entités fragiles (voir l'annexe F).

7.3 Nouvelle estimation de la période sans défaillance T_M

A partir des valeurs de N , p_c et m_{F1} , calculées comme il est indiqué ci-avant, on peut calculer de la même façon la période sans défaillance conformément à 6.2 (l'annexe H donne un exemple d'application).

8 Déverminage sous contraintes d'une production stabilisée

On applique le plan de déverminage (ou un plan modifié) à toutes les entités du type considéré.

8.1 Acquisition des renseignements

Il est recommandé de surveiller l'apparition des défaillances des entités en cours de déverminage selon la méthode C de la figure 4. De cette façon, il est possible de rechercher les causes de défaillances et de représenter sur un graphique les durées de fonctionnement jusqu'à la première défaillance pour chaque lot de production déverminé. Cependant, on ne surveillera pas le fonctionnement des entités après une durée de fonctionnement sans défaillance égale à T_M puisque T_M est la valeur de la période sans défaillance.

8.2 Evaluation des renseignements

La nature des défaillances d'un lot de production de série peut différer de celle d'un lot de production pilote, pour l'une quelconque des raisons suivantes:

- les défaillances apparaissent sur des composants qui n'appartiennent pas aux classes des composants à risques précédemment trouvées;
- la proportion de défaillances est différente de la valeur observée précédemment;
- les défaillances apparaissent, soit beaucoup plus tôt, soit beaucoup plus tard que prévu;
- la pente de la première partie de la courbe tracée sur du papier de Weibull est différente de la pente précédemment observée.

8.3 Traitement des anomalies

8.3.1 Nouveaux modes de défaillances

S'il apparaît que les classes de composants à risques sont différentes de celles qui ont été trouvées pendant le déverminage de la production pilote, il convient d'entreprendre des recherches approfondies afin de comprendre la cause de cette divergence. Il convient d'examiner avec une attention toute particulière les conditions de manipulation, les procédés de production et les méthodes de contrôle.

Une fois que les causes de divergences ont été trouvées, il convient d'entreprendre des corrections (corrections de la conception et du processus de production ou du traitement de déverminage, ou bien tous les types de corrections simultanément).

Finally the value of m_{F1} must be found. With reasonable engineering approximation m_{F1} is calculated by:

$$m_{F1} = m_{Fs} \times p_c \times \frac{N}{p_s} \quad (4)$$

in which m_{Fs} is the mean time to first failure of the weak items (see annex F).

7.3 Re-evaluating the failure-free period T_M

With the values of N , p_c , and m_{F1} derived in the manner shown above, the failure-free period can be found in the same way as shown in 6.2 (annex H shows a worked-through example).

8 Mature production screening

The planned or possible revised reliability stress screening is carried out for all items of the type under consideration.

8.1 Collection of information

Preferably, the items being screened should still be monitored for failures according to alternative C (figure 4). In that way, it is possible to investigate failure causes and to make a plot of lifetimes (times to first failure) for each production batch being screened. However, as the failure-free period is T_M , there will be no monitoring beyond this time limit.

8.2 Evaluation of information

The failure pattern of the production batch may be different from that of the pre-production batch in any of the following ways:

- a) the components contributing to the failures do not belong to the rogue component classes identified earlier on;
- b) the failure fraction is different from the value observed previously;
- c) the failures occur either much earlier or later than expected;
- d) the slope of the early part of the graph as plotted on Weibull paper, is different from that previously observed.

8.3 Dealing with discrepancies

8.3.1 New fault modes

If the rogue component classes in the production batch turn out to be different from those identified during the pre-production screening, a detailed investigation to trace the cause should be carried through. Special attention should be given to handling procedures, production techniques, and test procedures.

When the cause has been found, corrective actions should be taken as a matter of course (on the design, the manufacturing process and/or the screening process).

A cet effet, on peut faire les recommandations simples suivantes:

- si la courbe de répartition cumulée des défaillances des entités est semblable à celle de la production pilote, bien que les classes de composants à risques soient différentes, il n'est pas nécessaire de changer la valeur de la période sans défaillance;
- si la courbe de répartition cumulée des défaillances tracée sur papier de Weibull ne se redresse pas, il convient de doubler la valeur T_M de la période sans défaillance pour les lots de production suivants jusqu'à ce qu'on ait trouvé et corrigé la cause première de défaillance (nouveaux modes de défaillances).

8.3.2 Nouvelles proportions de défaillances

Il arrive parfois que les défaillances proviennent bien des mêmes types de composants que pour la production pilote mais avec une proportion de défaillances après la période T_M très différente de la valeur prévue. Il faut alors prendre en compte les recommandations suivantes:

- si on constate que la courbe sur papier de Weibull se redresse encore après la période T_M , il n'est pas nécessaire de modifier la valeur de T_M ;
- si la courbe ne se redresse pas, il convient de doubler la valeur de T_M ;
- dans les deux cas, il convient de rechercher la cause de la divergence de résultats par rapport à la production pilote.

Considérons, comme cas particulier, la situation où l'on n'observe aucune défaillance précoce pendant le déverminage: toutes les entités du lot de production ont fonctionné sans défaillance pendant une durée égale à T_M . En général, cette situation résulte de corrections mises en oeuvre entre le déverminage de la production pilote et la production de série ou la production stabilisée ainsi que de corrections déclenchées à la suite des résultats de déverminage des premiers lots de la production de série. Par exemple, on a pu corriger des mauvais procédés de manipulations pendant l'assemblage, ou corriger des mauvais procédés de brasage, etc.

L'absence de défaillances précoces est un bon signe. Cependant, la plupart du temps, il sera utile de continuer le déverminage pour se prémunir contre les mauvais lots de composants ou les procédés de production non maîtrisés.

Dans beaucoup de cas, il pourrait être souhaitable pour des raisons économiques, de réduire la période sans défaillance. Une nouvelle période sans défaillance plus courte peut être adoptée de façon plus ou moins définitive. A long terme, on peut se borner à surveiller des échantillons de la production (voir 8.4).

8.3.3 Modifications des caractéristiques de durée de vie

Si la durée de vie d'une classe quelconque de composants à risques se raccourcit, le tracé de Weibull est décalé vers la gauche. Il n'est pas nécessaire de modifier T_M mais il convient de chercher à comprendre la raison de la diminution de la durée de vie.

Un allongement de la durée de vie d'une classe quelconque de composants à risques peut être un peu plus inquiétant. Comme mesure provisoire, il convient de doubler la période sans défaillance. Le remède définitif est de trouver la cause profonde du changement et de corriger l'anomalie.

On a short term basis, the following recommendations can be followed:

- if the overall failure pattern for the item still resembles the pattern found during pilot-production, although the rogue component classes are different, the failure-free period for screening need not be changed;
- if the cumulative pattern of failures shows no indication of levelling off on the Weibull plot, then as an intermediate measure T_M should be doubled for the next few production batches until the root cause of failure (new failure modes) has been found and corrected.

8.3.2 *New failure fractions*

It sometimes happens that the failing components are the same as those identified during the pilot-production experiments, but the failure fraction after time T_M is significantly different from the expected value. The following recommendations can be followed:

- if the Weibull plot still flattens out at time T_M , then T_M need not be changed;
- if the curve does not flatten out, T_M should be doubled;
- in either case, the cause of the change from pre-production results should be found.

As a special case, consider the situation where no early failures are observed during the reliability stress screening, that is all items in the production batch go through the period T_M with no failures. In general, this state of affairs is due to corrective actions having taken place between the time of the pilot-production screening experiments and the full scale or mature production, and also, of course, due to ongoing corrective actions triggered by the results of screening of the first few production batches. The corrective actions typically may be corrections of bad handling procedures during assembly, correction of poor soldering practices, etc.

The non-existence of early failures is a good sign. In most instances it will, however, be a good idea to continue reliability stress screening as a safeguard against bad component batches or out-of-control production procedures.

In many cases, it might be desirable on economic grounds to reduce the failure-free period, and to introduce a new, shorter failure-free period more or less permanently. In the long term, sample monitoring of production batches can be introduced (see 8.4).

8.3.3 *Changes in characteristic lifetimes*

If the characteristic lifetimes of any of the rogue component classes should become shorter, the Weibull plot will respond by shifting to the left. The value of T_M need not be changed, but the reason for the change in pattern should be investigated.

A lengthening of the characteristic lifetime in any of the rogue component classes can be more troublesome. As an intermediate measure, the failure-free period shall be doubled. The long-term cure is to find the root cause of the change and correct the trouble where it arises.

8.3.4 *Modifications des paramètres de forme de la loi de Weibull*

Un changement de pente dans la première partie du tracé de Weibull n'est pas inquiétant en soi. Comme règle empirique, si le paramètre de forme varie de 0,7 à 1,3, il n'y a pas à changer la méthode de déverminage à moins que l'on ne décèle une tendance précise sur plusieurs lots de production.

8.4 *Réduction du traitement de déverminage sous contraintes*

Si l'on n'observe aucune défaillance précoce pendant une durée T_M (durée de la période sans défaillance), on peut raisonnablement penser que ceci résulte des corrections décidées ou d'un processus d'apprentissage; il est alors avantageux, pour des raisons d'ordre économique, de supprimer le déverminage (voir aussi 8.3.2). Cependant, il sera toujours bon de maintenir une surveillance et, par exemple, de surveiller des échantillons de production.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Without watermark

8.3.4 *Changes in Weibull shape parameters*

Variation in the slope of the early failures is usually not troublesome in itself. As a rule of thumb, if the Weibull shape parameter lies between 0,7 and 1,3, there will be no need to change the screening procedure, unless a definite trend is observed over several production batches.

8.4 *Eliminating reliability stress screening*

If no early failures occur during the failure-free period T_M , and there is reasonable certainty that this is due to corrective actions, or to a learning process having taken place, it will be advantageous for economic reasons to eliminate reliability stress screening (see also 8.3.2). However, it nearly always will be a good idea to maintain some monitoring, for example sample monitoring of production batches.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Withdrawn

Annexe A (informative)

Conditions des contraintes: généralités

A.1 Rappels

Les conditions de contraintes pour un traitement de déverminage sont étroitement liées à celles des essais classiques d'environnement mais il y a des différences importantes.

Pour des essais d'environnement, on utilise une grande variété de paramètres d'environnement et de sévérités. Le principe est d'exposer des échantillons de l'entité à des conditions d'essais normalisées, reproductibles et bien définies, conçues pour provoquer les mêmes mécanismes de défaillances que les conditions de vie réelle dont l'essai doit rendre compte (emploi, transport, stockage, etc.). Ceci ne veut pas dire nécessairement qu'on cherche à reproduire fidèlement ces conditions; on cherche essentiellement à reproduire leurs effets de dégradation sur l'entité. Il faut lier les sévérités de l'essai aux contraintes de la vie réelle d'une façon qui dépend du type de renseignement que l'on souhaite retirer de l'essai.

S'il s'agit du comportement à court terme, on retient les valeurs extrêmes des contraintes ayant une faible probabilité d'être dépassées. S'il s'agit de la fiabilité à long terme, on retient plutôt les valeurs moyennes des contraintes et leur répartition dans le temps.

Un déverminage sous contraintes est fondamentalement différent d'un essai d'environnement pour les raisons suivantes:

- on applique les contraintes non à un échantillon mais à toutes les entités du lot du type considéré;
- après le traitement, les entités doivent être considérées comme «neuves»;
- le déverminage sous contraintes n'est pas un essai. Il n'implique pas un critère d'acceptation ou de refus.

Ceci veut dire que les contraintes ne doivent pas détériorer les entités saines de façon significative. En outre, les entités peuvent subir plus d'un déverminage pendant le processus de production. Ceci restreint le choix des contraintes utilisables par comparaison avec un essai d'environnement. Par conséquent, il convient d'étudier soigneusement les conditions de contraintes (choix des types de contraintes, choix des valeurs de contraintes et pilotage de ces valeurs).

A.2 Types de contraintes

Le tableau suivant donne la liste des types de contraintes couramment utilisées ainsi que des indications sur leur intensité et l'importance du coût de leur mise en oeuvre. Il faut prendre ces indications comme des tendances seulement car il n'est pas possible de donner des valeurs générales de sensibilité d'une «défectuosité moyenne» à un type de contrainte spécifique ou des valeurs générales de coûts de manipulation, de mise en oeuvre et d'équipements.

Annex A (informative)

Stress conditions: general information

A.1 Background information

Stress conditions for reliability screening purposes have strong connections with traditional environmental testing, but there are important differences.

Environmental testing makes use of a great variety of environmental parameters and severities. The philosophy is to expose sample items to well-defined and reproducible standardized test conditions, designed to develop the same mechanisms of failure as the conditions of real life intended to be covered by the test (use, transportation, storage etc.). This does not necessarily imply a close reproduction of these conditions, but reproduction of the harmful effects on the item. The test severities should be related to those of real life in a manner dependent on the type of information wanted from the test.

For short term performance, the extreme values with a low probability of being exceeded are relevant; for long term reliability, the average levels and their time distributions are relevant.

Reliability stress screening is fundamentally different from environmental testing in the following ways:

- not just samples, but all items of the lot are exposed to the stress conditions;
- after the exposure to the stress conditions, the items are considered as "new";
- reliability stress screening is not a test, and does not imply accept/reject criteria.

This means that the stress conditions should not degrade sound items significantly. Further, there may be more than one reliability stress screening to pass during the production process. This narrows the choice of usable stress conditions compared with environmental testing. Therefore, the stress conditions should be carefully designed as concerns the choice of stress types and the selection and control of stress levels.

A.2 Stress types

The commonly used stress types are listed in table A.1, together with an indication of the intensity of their stress and the magnitude of cost for their application. These indications are to be understood as tendencies only, because no general values can be given concerning the sensitivity of an "average flaw" to a specific stress type, or to the costs of handling, set-up, and equipment.

L'idée générale est que les types de contraintes à faible intensité demandent une durée d'application plus grande pour être efficaces. L'importance du coût, donnée dans le tableau ci-après, se rapporte seulement au traitement de déverminage et à l'équipement nécessaire. Elle ne tient pas compte des coûts éventuels dus aux entités immobilisées pendant la durée du déverminage.

Tableau A.1 – Liste des contraintes de déverminage les plus courantes

Type de contrainte	Intensité de contrainte	Importance du coût
– Température: température constante de valeur élevée cycles de température chaud/froid	basse modérée	faible modérée
– Vibrations et secousses: vibrations sinusoïdales à fréquence fixe vibrations sinusoïdales à balayage de fréquence vibrations aléatoires secousses	basse basse forte modérée	modérée modérée forte faible
– Combinaison de cycles de température et de vibrations aléatoires	forte	très forte
– Humidité: température et humidité de valeurs élevées et constantes température et humidité de valeurs élevées et intermittentes	modérée modérée	faible modérée
– Fonctionnement: contrainte de fonctionnement permanent contrainte de fonctionnement intermittent	faible modérée	faible faible

On notera qu'il convient de choisir le type de la contrainte (ou les types) parmi ceux qui ont des chances de transformer en défaillances les défauts auxquelles on s'attend (voir 6.1.1). Les indications d'intensité de contrainte et d'importance du coût ne sont que des guides si plusieurs contraintes sont nécessaires. Les types de contraintes peuvent être combinés.

A.3 Niveau d'une contrainte

Le niveau d'une contrainte est défini par un ensemble de valeurs des caractéristiques de cette contrainte; ces valeurs avec le type de contrainte lui-même, définissent sans ambiguïté les conditions de contrainte (voir la figure 6). Le terme «intensité de contrainte» est donc à distinguer du terme «sévérité» utilisé généralement à propos des essais d'environnement (voir les CEI de la série 68).

La principale différence est que la «sévérité» comprend la durée. Une autre différence importante vient du fait que, pour un essai d'environnement, la caractérisation des conditions d'essais est, dans la mesure du possible, indépendante des entités en cours d'essais. Pour des raisons pratiques et économiques ceci n'est pas possible en général pour un déverminage.

The idea is that stress types with a low intensity of stress generally need a long screening duration in order to be efficient. Magnitude of cost in the table below refers to the screening process and the necessary equipment only. It does not take into account possible costs related to the value of unsold items during the duration of the screening process.

Table A.1 – Stress types – indication of cost of application

Stress type	Intensity of stress	Magnitude of cost
– Temperature: constant high temperature low/high temperature cycling	low moderate	low moderate
– Vibration and bump: fixed frequency sinusoidal vibration swept frequency sinusoidal vibration random vibration bump	low low high moderate	moderate moderate high low
– Combination of temperature cycling and random vibration	high	very high
– Humidity: constant high humidity and temperature high humidity and temperature cycling	moderate moderate	low moderate
– Operational stress: constant operational stress operational stress cycling	low moderate	low low

Note that the stress type/types should be chosen among those likely to develop the expected flaws into failures (see 6.1.1). The indications of intensity of stress and magnitude of cost should be used as guidance if more than one stress type are suitable. Stress types can be combined.

A.3 Stress level

The stress level is a description, by suitable parameters, of the characteristics of the stress; which, together with the stress type, unambiguously defines the stress conditions (see figure 6). The term "stress level" is therefore to be distinguished from the term "severity" generally used in connection with environmental testing (see the IEC 68 series).

The main difference is that "severity" also incorporates the duration. Another important difference is that in environmental testing, a characterization of the test conditions independent of the item under test is attempted. For practical and economic reasons, this is usually not possible in reliability stress screening.

Les niveaux de contraintes dépendent la plupart du temps, non seulement de la mise en oeuvre des installations d'essais utilisées, mais aussi des entités mises sous contraintes. S'il y a plus d'une entité en cours de déverminage, les contraintes peuvent être différentes d'une entité à l'autre. Pour des raisons pratiques, on peut tolérer ces différences mais il est important d'en être conscient afin d'éviter des erreurs d'interprétation des résultats.

Les annexes suivantes B à E donneront plus de détails sur chaque type de contrainte ainsi que la définition de son intensité, les facteurs pouvant la modifier, des exemples caractéristiques de ses effets et les niveaux couramment utilisés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Withdrawn

The stress level usually is not only dependent on the settings of the machinery used for application of the stress, but also dependent on the items under stress. If more than one item is stressed at the same time, the stress level may be different from item to item. This has to some degree to be accepted for practical reasons, but it is important to be aware of such differences in order to avoid misinterpretation of the results.

Annexes B to E give more details of each stress type, together with definitions of stress levels, including factors influencing variations, characteristic examples of effects, and commonly used stress levels.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Withdrawn

Annexe B (informative)

Conditions de contraintes: température

B.1 Température constante de valeur élevée

B.1.1 Définition du niveau de contrainte

Le niveau de contrainte est défini par la température des entités sous contrainte. Dans le cas où une entité ne dissipe pas d'énergie, la température ne dépend que de l'environnement. En général, il n'y a pas de différences significatives entre les températures de l'air, celles des surfaces rayonnantes «vues» par les entités sous contraintes, et celles des objets qui peuvent leur être reliés par des chemins conducteurs. Ceci veut dire que le niveau de contrainte est caractérisé par cette température commune.

Dans le cas où l'entité à déverminer dissipe de l'énergie, la répartition de la température n'est pas uniforme et la température en un point particulier (un composant) dépend de la puissance dissipée par ce composant particulier, de sa surface, du pouvoir émissif de sa surface, de la vitesse de l'air en son voisinage, aussi bien que de l'influence de l'environnement par rayonnement ou par conduction sur ce composant particulier.

Il est donc recommandé de définir le niveau de contrainte par la mesure de la température des composants critiques de l'entité. Par composant critique, on comprend ici à la fois les composants à risques et les composants sensibles à la température; il convient de choisir la température la mieux adaptée aux composants à risques et impérativement ne pas dépasser la température limite des composants sensibles à la température. L'unique facteur vraiment important, à part la température elle-même, est la vitesse de l'air. Celle-ci dépend de l'enceinte mais aussi de la forme de l'entité et de la position de l'entité par rapport à la direction du flux d'air. Si cette vitesse n'est pas uniforme dans l'enceinte utilisée pour le traitement à température élevée, il convient de veiller à ne pas dépasser les températures limites des entités (ou des composants) qui dissipent de l'énergie, dans les zones de l'enceinte où la vitesse de l'air est faible. Des différences de températures de 20 °C ne sont pas rares.

B.1.2 Effets

On donne ci-après des exemples d'effets d'une température constante de valeur élevée combinée à quelques défauts possibles. Le but n'est pas de donner une liste complète mais de fournir quelques exemples caractéristiques:

- oxydation de surfaces métalliques non protégées, d'où des mauvais contacts ou des grippages mécaniques. L'existence de surfaces non protégées peut provenir de l'insuffisance de serrage d'assemblages vissés, etc., ou de trous et de fissures dans les revêtements protecteurs;
- diffusion entre des matériaux, par exemple, entre un matériau support et son revêtement, entre un matériau de brasure et des composants, entre un matériau semi-conducteur et une métallisation à travers une couche isolante fragile (par porosité);
- assèchement de liquides, par exemple à travers de faibles fuites dans des condensateurs électrolytiques et dans des batteries. Il convient de noter, toutefois, que l'évaporation de l'humidité peut éviter des défaillances qui seraient dues à l'humidité;

Annex B (informative)

Stress conditions: temperature

B.1 Constant high temperature

B.1.1 *Definition of stress level*

The stress level is defined by the temperature of the item under stress. In case the item is non heat-dissipating, the temperature depends on the environment only. In the normal case, there will be insignificant differences between the temperatures of the air, the surfaces "seen" by the item by radiation, and the possible objects connected to it by conductive paths. This means that the stress level is characterized by that common temperature.

In case the item is heat-dissipating, the temperature distribution will not be uniform. The temperature in a specific point (component) will depend on the power dissipated by that particular component, its surface area, surface emissivity, nearby air velocity, and the radiative and conductive environment for that particular component.

Therefore, it is recommended that the stress level be measured as the temperature of the important components of the item. The important components mean in this connection both the rogue components, which should be properly stressed, and the heat-sensitive components, which should not be overstressed. The most important single factor besides the temperature itself is the air velocity, which depends upon the chamber, as well as the mechanical form of the item, and the position of the item in relation to the direction of the airflow. If the air velocity is not uniform within the chamber used for the high temperature exposure, care should be taken not to exceed temperature limits of items, or components of heat-dissipating items, in areas of the chamber with low air velocity. Temperature differences of 20 °C are not unusual.

B.1.2 *Effects*

Effects of constant high temperature in combination with possible flaws include, but are not limited to:

- oxidation of unprotected metal surfaces leading to bad contacts or mechanical blocking (seizing). Unprotected metal surfaces may be a result of insufficient force in screw joints etc., or of holes and fissures in protective coatings;
- diffusion between materials, for example base material and overplating, solder material and components, semiconductor material with weaknesses in insulation barriers, and metallisation;
- drying-out of liquids, for example through small leaks in electrolytic capacitors and in batteries. Note, however, that drying-out of water will prevent potential failures caused by humidity;

- ramollissement de parties en matière plastique qui peuvent glisser si des forces trop grandes leur sont appliquées;
- ramollissement ou glissement de matériaux de protection ou d'imprégnation qui ont été mal appliqués;
- accroissement général de la vitesse des réactions chimiques et, par conséquent, accélération de nombreuses réactions possibles au voisinage des particules étrangères qui peuvent être enfermées dans un composant;
- claquage de diélectriques d'isolation partiellement détériorés.

On admet couramment que l'effet de la température peut être traduit par une loi physique. S'il n'y a pas de changement de mécanisme de défaillance (par exemple au-delà d'un point de fusion ou de ramollissement), l'effet général d'une température élevée est un rapprochement des instants des défaillances dont les mécanismes sont influencés par la température. Plusieurs relations générales, exprimées par exemple par une vitesse de dégradation, existent dans les ouvrages spécialisés. On peut citer la loi d'Arrhénius, la loi d'Eyring et la loi de Mountsinger. Les paramètres associés qui déterminent la loi d'influence, par exemple l'énergie d'activation de la loi d'Arrhénius, dépendent de détails qui peuvent ne pas toujours être présentés dans les textes publiés. Il convient donc d'être prudent lorsqu'on utilise ces valeurs.

Si le taux d'humidité relative est faible, il convient d'éviter soigneusement les risques de décharges électrostatiques qui seraient associés au deverminage lui-même.

B.1.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Les niveaux de contraintes peuvent être choisis parmi les températures suivantes:

40, 55, 70, 85, 100 °C

Pour les entités qui dissipent de l'énergie, on doit prendre une température représentative de celle de la température des composants à risques et tenir compte de la contrainte de fonctionnement. Dans le même temps, il convient de s'assurer que les températures limites des composants les plus sensibles à la température ne sont pas dépassées.

B.2 Cycles de températures basses et élevées

B.2.1 Définition du niveau de contrainte

En principe, le niveau de la contrainte est défini par la température en fonction du temps de tous les points de l'entité. Toutefois, on se contente de la valeur, en fonction du temps, de la température de l'air de l'enceinte. On peut répéter ici ce qui a été dit dans le cas de la contrainte à température fixe sur les échanges de chaleur entre les entités qui dissipent de l'énergie et ce qui les entoure. Il en résulte que la vitesse de l'air est un facteur important associé à la capacité calorifique des différentes parties de l'entité.

Le niveau de la contrainte de cycles de température est caractérisé par la valeur supérieure de la température, la valeur inférieure de la température, la vitesse de variation de la température et la durée des paliers aux températures haute et basse pour un point de référence convenable. Cette condition de contrainte peut être appliquée à une entité dissipant ou non de l'énergie ou être combinée avec la contrainte de fonctionnement cyclique. La contrainte de fonctionnement cyclique est décrite en E.2.

- softening of thermoplastics, leading to creeping if these parts are under excessive mechanical tension;
- softening or creeping of incorrectly applied protective compounds and impregnating waxes;
- increased speed of reaction of chemical processes in general, and therefore also of many processes around any enclosed contaminating particles;
- dielectric breakdown of partly damaged insulation.

It is general practice to assume a dependency on temperature that follows a physical law. If the failure mechanisms do not shift (for example by crossing a melting or softening point), the general effect of high temperature is an acceleration of time for those failure mechanisms influenced. Several general relationships, for example expressed by the rate of degradation, can be found in the literature. Examples of generally used relations are the Arrhenius's relation, Eyring's relation and Mountsinger's relation. The constants, determining the temperature dependency, for example the activation energy for the Arrhenius's relation, depend on details which may not always be stated in the literature. Therefore, such information should be used with care.

If the relative humidity is low, care should be taken to avoid any electrostatic discharge problems created by the reliability stress screening itself.

B.1.3 *Commonly used stress levels*

The stress levels may be chosen from the following values of temperature:

40, 55, 70, 85, 100 °C

For heat dissipating items, the temperature should be related to the rogue components and a certain defined operational stress. At the same time, however, it should be assured that the temperature limit of the most heat-sensitive components is not exceeded.

B.2 **Low/high temperature cycling**

B.2.1 *Definition of stress level*

The stress level is defined in principle by the time history of temperature in any point of the item. However, this is not practical to manage. Therefore, the time history of temperature of the air in the temperature chamber is used instead. The situation is similar to that of heat dissipating items subjected to constant temperature, as regards heat exchanged with the surroundings. This makes air velocity an important factor in combination with the heat capacity of the different parts of the item.

The stress level of temperature cycling is characterized by the upper and the lower value of temperature, the rate of change of temperature and the dwell time at the upper and lower value of temperature in a suitable reference point. This stress condition may be applied to an item in a non heat-dissipating state, in a heat-dissipating state, or in combination with operational stress cycling. Operational stress cycling is described in annex E.2.

Il est donc recommandé de choisir un point de référence représentatif de la température des composants critiques de l'entité. Par composant critique, on désigne à la fois les composants à risques et les composants sensibles à la température. Il convient de choisir les températures les mieux adaptées aux composants à risques et impérativement, de ne pas dépasser la température limite des composants sensibles à la température. Le choix d'un point de référence est donc parfois très difficile.

L'unique facteur vraiment important après le relevé de la température elle-même est la vitesse de l'air. La vitesse de l'air est influencée non seulement par l'enceinte, la forme et la position de l'entité mais aussi par le cycle de température lui-même. Si la vitesse de l'air n'est pas uniforme à l'intérieur de l'enceinte utilisée, si l'entité ne dissipe pas d'énergie, il convient de veiller à ce que la contrainte prévue soit aussi atteinte par les composants des entités placées dans les zones de l'enceinte où la vitesse de l'air est faible. Si l'entité dissipe de l'énergie, on doit également veiller à ce que les limites de température des entités ou de leurs composants ne soient pas dépassées dans les zones de l'enceinte où la vitesse de l'air est faible.

En général, les difficultés dans le choix de points de référence convenables sont moindres pour les enceintes dans lesquelles la vitesse de l'air est grande.

Gamme de températures

Les cycles de température produisent des contraintes mécaniques dans les entités et dans leurs composants. Si une entité est composée de plusieurs matériaux ayant des coefficients de dilatation différents, ces contraintes seront proportionnelles à l'écart entre la température appliquée et celle qui a été appliquée à l'entité lorsqu'elle a été assemblée. Indépendamment de la vitesse de variation de température, ces contraintes dépendent principalement de la gamme de températures du cycle.

La gamme de températures est donc l'une des caractéristiques déterminant la contrainte générale.

Vitesse de variation de température

Supposons qu'une entité soit composée de plusieurs parties de tailles et de formes différentes, donc de constantes de temps thermiques différentes (produit de la capacité calorifique par la résistance thermique avec l'air ambiant). Si cette entité est exposée à une variation de température, il se produira un retard de la variation de température proportionnel à la constante de temps (égal au produit de la constante de temps thermique par la vitesse de variation de la température). Ceci provoquera des gradients de température et des contraintes mécaniques qui dépendent principalement de la vitesse de variation de la température et qui existent même si les coefficients de dilatation des différentes parties sont égaux.

Si les composants à risques sont petits, il est particulièrement important que la vitesse de variation de la température soit grande. Dans ce cas, afin d'obtenir une forte valeur de vitesse de variation de température, il est nécessaire que la vitesse de l'air dans l'enceinte soit grande.

La vitesse de variation de température est également une caractéristique qui détermine la contrainte générale car elle fixe en partie le nombre de cycles par unité de temps.

Therefore, it is recommended to let a suitable reference point represent the temperature of the important components of the item. The important components mean in this connection both the rogue components, which should be properly stressed and the temperature-sensitive components, which should not be overstressed. The choice of reference point, therefore, can be very difficult.

The most important single factor, besides the time history of the temperature itself, is the air velocity. Besides being dependent on the chamber, the item form, and the item position, the air velocity is also affected by temperature cycling itself. If the air velocity is not uniform within the chamber used for non heat-dissipating items, care should be taken that the intended stress is reached also for components of items in areas of the chamber with low air velocity. For heat-dissipating items, care should also be taken not to exceed maximum temperature limits of items or components of items in areas of the chamber with low air velocity.

Generally, the problems related to the choice of a suitable temperature reference point are smaller for chambers with high air velocity.

Temperature range

Temperature cycling produces mechanical stresses inside the items and the components of the items. If an item is made of different materials with different thermal expansion coefficients, these stresses will be proportional to the deviation of temperature from the temperature when the item was assembled. Independently of the rate of temperature change, these stresses will depend mainly on the temperature range.

The temperature range is therefore a general stress determining parameter.

Rate of change of temperature

If the item is made of components with different size and shape, they will have different thermal time constants (the product of heat capacity and thermal resistance to the ambient temperature). Exposed to a changing temperature, there will be a temperature lag proportional to the time constant (the product of time constant and rate of change of temperature). This will lead to temperature gradients and stresses, which depend mainly on the rate of change of temperature independent of a possible equality of thermal expansion coefficients.

A high rate of change of temperature is particularly important if the rogue components are small. In order to utilize a high rate of change of temperature it is necessary that the chamber air velocity is high.

The rate of change of temperature is also a general stress determining parameter, because it partly determines the number of cycles per unit of time.

Durée des paliers de températures

Le rôle de la durée des paliers est principalement de laisser le temps aux parties de l'entité d'atteindre les températures extrêmes de la gamme, même aux parties ayant une forte valeur de constante de temps thermique.

Si les composants à risques sont de grande taille, il est particulièrement important que la durée des paliers soit suffisante.

La durée des paliers de température est également une caractéristique qui détermine la contrainte générale car elle fixe en partie le nombre de cycles par unité de temps.

B.2.2 Effets

On trouvera ci-après des exemples de l'effet de cycles de température associés à des mécanismes de défaillances possibles. Cette liste n'est pas limitative:

- creusement de microfissures de formes diverses dans les revêtements, dans les matériaux ou dans les fils de connexion;
- desserrage de joints mal collés;
- desserrage de joints mal rivetés ou mal boulonnés;
- desserrage de joints serrés à force lorsque ceux-ci ont été mal serrés;
- augmentation de la résistance de contact de mauvaises brasures, ou même création de circuits ouverts;
- contamination par des particules.

B.2.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

La température inférieure peut être choisie parmi les valeurs suivantes:

-55, -40, -25, -10, +5, +25 °C.

La température supérieure peut être choisie parmi les valeurs suivantes:

40, 55, 70, 85 °C.

La vitesse de variation de température peut être choisie parmi les valeurs suivantes:

5, 10, 15, 20 °C/min.¹⁾

La durée des paliers peut être choisie parmi les valeurs suivantes:

0,5 h; 1,5 h; 3 h.

La vitesse de l'air a une grosse influence mais, en général, dans les enceintes classiques, il n'est pas possible d'en imposer une valeur choisie. Il est cependant important de s'assurer, lorsque l'on dispose les entités dans l'enceinte, que la vitesse de l'air est aussi uniforme que possible dans la partie de l'enceinte que l'on utilise. Il est également important d'observer la direction des filets d'air parce qu'un petit composant peut être plus ou moins à l'abri des filets d'air derrière de plus gros composants; ceci modifie considérablement la résistance thermique entre le petit composant et l'air ambiant et, par conséquent, sa constante de temps thermique.

¹⁾ La mise en oeuvre des vitesses de 15 °C/min et 20 °C/min peut être coûteuse.

Dwell time

The role of the dwell time is mainly to allow those components of the items having a large thermal time constant also to reach the extreme temperatures of the range.

A sufficient dwell time is particularly important if the rogue components are large.

The dwell time is also a general stress determining parameter, because it partly determines the number of cycles per unit of time.

B.2.2 Effects

Effects of temperature cycling in combination with possible failure mechanisms include, but are not limited to:

- deepening of all sorts of microcracks in coatings, materials or leads;
- loosening of imperfectly glued joints;
- loosening of incorrectly bolted or riveted joints;
- loosening of press-fit joints with insufficient mechanical tension;
- developing badly soldered joints into increased contact resistance or open circuits;
- particle contamination.

B.2.3 Commonly used stress levels

The lower temperature may be selected from the following values of temperature:

-55, -40, -25, -10, +5, +25 °C.

The upper temperature may be selected from the following values of temperature:

40, 55, 70, 85 °C.

The rate of temperature change may be selected from the following values:

5, 10, 15, 20 °C/min¹⁾.

The dwell time may be selected from the following values:

0,5 h, 1,5 h, 3 h.

The air velocity has an important influence, but normally it is not possible to set a selected value on conventional test chambers. It is important, however, in the arrangement of the items in the test chamber to observe that, as far as possible, the air velocity be constant over the used part of the chamber volume. It is also important to observe the direction of the airstream, because a small component may be more or less sheltered from the airstream by larger components, which will largely influence the thermal resistance from the component to ambient temperature, and thus its thermal time constant.

¹⁾ 15 °C/min and 20 °C/min may be costly to realize.

Annexe C (informative)

Conditions de contraintes: vibrations et secousses

C.1 Vibrations sinusoïdales à fréquence fixe

C.1.1 Définition du niveau de contrainte

Dans une épreuve de contrainte par vibrations, la force d'excitation est appliquée à l'entité par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs points de fixation. Les grandeurs caractéristiques sont l'accélération de crête et la fréquence. Les forces sont modifiées le long du chemin de leur transmission, ce qui peut atténuer ou augmenter l'accélération. On caractérise cette modification par le facteur de surtension Q , rapport entre la valeur réelle de l'accélération et celle de l'excitation.

Les entités ont, en pratique, une ou plusieurs fréquences de résonance naturelles. Lorsque la fréquence de vibration coïncide avec l'une des fréquences naturelles de résonance, le facteur de surtension Q peut être compris entre 5 et 20 selon l'amortissement interne de l'entité.

La valeur exacte de la fréquence de vibrations forcées est critique lorsque la résonance se produit avec un facteur de surtension Q , de grande valeur. La fréquence de résonance peut changer au cours des vibrations par suite de modifications de l'amortissement (friction et élasticité).

Une autre caractéristique de l'épreuve est la direction de la vibration dans les trois dimensions et l'orientation de cette direction par rapport à la pesanteur.

Sous l'effet des vibrations appliquées, les composants dont la masse est grande comparée à la raideur de leur fixation peuvent prendre de grandes amplitudes de mouvement. Ils peuvent alors heurter des objets voisins.

Par ailleurs, les composants dont la masse est petite comparée à leur raideur (par exemple des petits composants montés de façon rigide) auront une faible amplitude de mouvement. Ils peuvent cependant être endommagés du fait du mouvement relatif de leurs points de fixation. Les mouvements peuvent être modifiés en fonction du mode de vibration prédominant à la fréquence considérée (direction et harmoniques). La direction, par exemple, ne dépend pas seulement de la direction du mouvement d'excitation mais aussi de la réponse réelle dans les différentes directions et aux différentes fréquences harmoniques de la fréquence d'excitation. Pour cette raison les brasures des composants sur une carte imprimée sont souvent des points critiques à considérer. Les forces périodiques appliquées produisent des cycles de tension mécanique et de relâchement dont le nombre est égal au produit de la fréquence de vibration par la durée.

Un composant à risques d'une entité peut être exposé à la contrainte voulue grâce au choix judicieux de la fréquence, du point (ou des points) de fixation ainsi que de la direction de l'accélération appliquée à l'entité.

Annex C (informative)

Stress conditions: vibration and bump

C.1 Fixed frequency sinusoidal vibration

C.1.1 Definition of stress level

In a vibration stress conditioning, the forces of excitation are applied to the item through the point/points of fixation. The primary parameters of characterization are the peak acceleration and the frequency. The forces are modified through the transmission path. This modification may cause an attenuation, or an increase of the acceleration. This modification is characterized by the multiplication factor, Q ; Q being the ratio between the actual acceleration and the input.

Practical items will have one or more natural frequencies, their resonances. When the vibration frequency coincides with one of the natural frequencies, Q will typically be in the range of 5 to 20, depending on the internal damping of the item.

The presence of a high Q resonance makes the exact frequency of the imposed vibrations critical. The resonance frequency may change during the vibration due to changes in damping (friction and elasticity).

Another conditioning parameter is the direction of vibration in three-dimensional space, and the orientation of that direction relative to the direction of gravity.

The applied vibration may cause components that are heavy in proportion to stiffness to move with a high amplitude. This movement may cause collision with neighbouring objects.

Components which have low mass in proportion to stiffness (for example rigidly mounted small components) will, on the other hand, have a small amplitude. They may, however, be damaged through the relative movement of their points of fixation. The movements may change, depending on the mode of vibration (direction and harmonics) which is predominant at the actual frequency. The direction, for example, is not only given by the direction of excitation, but also by actual compliance, in different directions at different harmonics of the excitation frequency. For that reason, the joints between the components are often the points of interest, for example the fixation points of components to a printed circuit board. The periodically acting forces create a number of load and relaxation cycles proportional to the vibration frequency and the duration.

A rogue component in an item may be exposed to the intended stress by carefully selecting the frequency, the point/points of fixation, and the direction of the acceleration applied to the item.

Les composants sensibles d'une entité peuvent être protégés grâce à des choix judicieux des caractéristiques de la contrainte. On choisit la fréquence de vibration loin des fréquences de résonance de ces composants et on choisit une direction de l'accélération qui minimise leur vibration propre. Par ailleurs, à la fréquence choisie, il convient que les modes de vibration des composants sensibles sollicitent le moins possible ces composants ainsi que leur fixation.

On voit que la sévérité des conditions de vibrations à fréquence fixe dépend de nombreuses caractéristiques et qu'elle est donc difficile à maîtriser. Cependant, la vibration à fréquence fixe est recommandée dans certains cas particuliers, par exemple s'il y a un seul type de composant à risques et si la fréquence de vibration peut être ajustée à la fréquence de résonance de ce type de composant et exercer ainsi des contraintes sur les défauts possibles.

Il convient de penser à un déverminage par vibrations sinusoïdales à fréquence fixe lorsque le produit fini est appelé à supporter des vibrations à une fréquence dominante pendant son utilisation réelle. C'est le cas, par exemple, d'un équipement monté sur une machine tournante à vitesse de rotation constante. Mais il convient avant tout de s'assurer de l'aptitude de ce type de contrainte à transformer les défauts possibles en défaillances (voir C.1.2).

C.1.2 Effets de vibrations sinusoïdales à fréquence fixe

On trouvera ci-après quelques exemples d'effets de vibrations à fréquence fixe associée à des défauts possibles et à des mécanismes de défaillances. Cette liste n'est pas limitative:

- fatigue dans certaines structures, câblages ou connexions de composants. C'est le cas, notamment, lorsqu'il existe des défauts comme des écaillages de fils ou des microfissures, ou similaires;
- usure de fils de câblage, par exemple lorsqu'un câblage desserré porte sur une arête vive qui constitue la déféctuosité;
- desserrage de joints vissés mal réalisés;
- déconnexion de circuits intégrés mal montés sur leur support;
- forte contrainte appliquée à des barres d'alimentation et à leurs brasures sur une carte imprimée, d'où des défaillances des brasures fragiles;
- rupture de fils de connexion insuffisamment soutenus s'ils relient des pièces ayant un certain mouvement relatif. C'est le cas, par exemple, de voyants électro-luminescents montés sur une face avant, ou de transistors de puissance montés sur des radiateurs fixés sur une face arrière et connectés à une carte imprimée;
- fissures de matériaux d'isolation fragiles, détériorés ou mal montés.

C.1.3 Niveaux de contraintes courantes couramment utilisés

La valeur de l'accélération peut être choisie parmi les suivantes:

1, 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300, 500 m/s².

La valeur de l'amplitude (déplacement maximal) peut être choisie parmi les suivantes:

- Pour les fréquences inférieures à 9 Hz: 7,5, 10, 15 mm.
- Pour les fréquences inférieures à 62 Hz: 0,035, 0,075, 0,15, 0,35, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, 3,5 mm.

Il est important de bien choisir le ou les point(s) de fixation, la ou les direction(s) de la vibration et de son orientation par rapport à la pesanteur. Mais ces conditions sont spécifiques aux entités et il n'est pas possible de donner des recommandations générales pour ces choix.

Sensitive components of an item may be protected by choosing a vibration frequency far from their resonance frequencies, choosing a direction of the acceleration that minimizes their vibration, and choosing a frequency that causes a vibration mode with low stress at the components and their mountings.

It will be seen that the severity of a fixed frequency vibration condition depends on many parameters, and is difficult to control. Fixed frequency sinusoidal vibration is, however, recommended in special cases, for example if there is one kind of rogue components, and the vibration frequency can be adjusted to the resonance frequency of that kind of component, and in that way, stress the probable flaws.

A fixed frequency sinusoidal vibration screening should also be considered where the final product will experience a dominant vibration frequency in actual use, for example an equipment mounted on rotating machinery with a fixed velocity of rotation. This consideration should, however, primarily include an evaluation of the ability of that kind of stress condition to develop the probable flaws into failures (see C.1.2).

C.1.2 *Effects of fixed frequency sinusoidal vibration*

Effects of vibration in combination with possible flaws and failure mechanisms include, but are not limited to:

- fatigue in structural parts, wiring or component leads, especially flaws like nicked wires, micro-cracks and similar flaws;
- wear of cabling, for example at sharp edges of loose cable ties;
- loosening of screw joints not properly made;
- ICs, not properly mounted, work themselves out of the sockets;
- high stress on bus-bars and their solderings to the circuit board causing weak soldering to fail;
- break of insufficiently relieved component leads bridging parts with relative motion, for example front panel LEDs or power transistors on back panel heatsinks connected to circuit boards;
- cracks in damaged or improperly mounted brittle insulation material.

C.1.3 *Commonly used stress levels*

The acceleration may be selected from the following values:

1, 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300, 500 m/s²

The amplitude (maximum displacement) may be selected from the following values:

- for frequencies below 9 Hz: 7,5; 10; 15 mm
- for frequencies below 62 Hz: 0,035; 0,075; 0,15; 0,35; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,5 mm.

The selection of point/points of fixation, direction/directions of vibration and orientation concerning the direction of gravity is important. The choice of these conditions, however, is specific to the items, and general recommendations cannot be given.

C.2 Vibrations sinusoïdales à balayage de fréquence

C.2.1 Définition du niveau de contrainte

Comme pour la fréquence fixe, les paramètres primaires sont l'accélération de crête et la fréquence, variable dans ce cas. Pour les fréquences les plus grandes, ceci caractérise bien la contrainte mais, pour les fréquences basses, on risquerait d'avoir des amplitudes de très grande valeur et non réalistes en fixant l'accélération. Pour cette raison, on spécifie une fréquence de transfert au-dessous de laquelle c'est l'amplitude qui est fixée. Ainsi, le niveau de contrainte d'une épreuve de vibrations à balayage de fréquence est caractérisé par les grandeurs suivantes:

- la fréquence minimale et la fréquence maximale de vibrations;
- l'amplitude des vibrations pour les fréquences inférieures à la fréquence de transfert;
- l'accélération pour les fréquences supérieures à la fréquence de transfert;
- la vitesse de vibration (en octaves par minute).

Dans un déverminage à balayage de fréquence, le balayage peut recouvrir les fréquences de résonance d'un certain nombre de composants à risques mais, en contrepartie, il est plus difficile d'éviter la fréquence de résonance de composants sensibles n'appartenant pas aux classes de composants à risques. Les indications qui ont été données pour les vibrations à fréquence fixe s'appliquent aussi ici. Le balayage sinusoïdal va exciter les composants successivement chaque fois que leur fréquence de résonance est atteinte ce qui peut provoquer des collisions entre ces composants et ce qui les entoure.

Il convient de penser à un déverminage à balayage de fréquence sinusoïdale lorsque le produit fini est appelé à subir une série de fréquences dominantes pendant son utilisation. C'est le cas par exemple d'un équipement monté sur une machine rotative avec une vitesse de rotation variable. Toutefois, lorsque l'on envisage cette possibilité, il convient avant tout de s'assurer que ce type de contrainte est apte à transformer les défauts possibles en défaillances (voir C.2.2).

C.2.2 Effets de vibrations à balayage de fréquence

Les effets de vibrations sinusoïdales à balayage de fréquence sont les mêmes que ceux des vibrations à fréquence fixe (voir C.1.2).

C.2.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Les valeurs des gammes de fréquences peuvent être choisies parmi les suivantes:

10 Hz à 55 Hz; 10 Hz à 150 Hz; 10 Hz à 500 Hz; 10 Hz à 2 000 Hz; 10 Hz à 5 000 Hz.

55 Hz à 500 Hz; 55 Hz à 2 000 Hz; 55 Hz à 5 000 Hz; 100 Hz à 2 000 Hz.

Accélération pour une fréquence de transfert de 8 Hz à 9 Hz¹⁾:

1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 m/s².

¹⁾ Les amplitudes ne sont pas données car toutes les fréquences sont au-dessus de la fréquence de transfert.

C.2 Swept frequency sinusoidal vibration

C.2.1 Definition of stress level

As for fixed frequency, the primary parameters are peak acceleration and frequency, now variable. For higher frequencies, this is an adequate characterization, but for low frequencies, a fixed acceleration would cause an unrealistically high amplitude. For this reason, a cross-over frequency has to be specified, below which the amplitude is constant. The stress level of conditioning by swept frequency sinusoidal vibration is therefore characterized by:

- the minimum and the maximum frequency;
- the amplitude below a specified cross-over frequency;
- the acceleration above this frequency;
- the sweep-rate (octaves per minute).

In a swept frequency, screening resonance frequencies of a number of rogue components may be covered; but at the same time, it is increasingly difficult to avoid resonance frequencies of sensitive components not belonging to the rogue component class. The factors mentioned for fixed frequency sinusoidal vibration also apply in this case. The sinusoidal sweep will excite the components in sequence as their resonance frequency is reached. This may cause collision with the surroundings.

A swept frequency sinusoidal vibration screening should be considered where the final product will experience a series of dominant vibration frequencies in actual use, for example for equipment mounted on rotating machinery with a varying velocity of rotation. This consideration should, however, primarily include an evaluation of the ability of this kind of stress condition to develop the probable flaws into failures (see C.2.2).

C.2.2 Effects of swept frequency vibration

The effects of swept frequency sinusoidal vibration are the same as for fixed frequency sinusoidal vibration (see C.1.2).

C.2.3 Commonly used stress levels

The frequency range may be selected from the following ranges:

- 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 150 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz, 10 Hz to 5 000 Hz,
- 55 Hz to 500 Hz, 55 Hz to 2 000 Hz, 55 Hz to 5 000 Hz, 100 Hz to 2 000 Hz.

Acceleration at 8 Hz to 9 Hz cross-over¹⁾:

- 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 m/s².

¹⁾ Amplitude not listed, as all frequencies are above the cross-over frequency.

Les amplitude et accélération pour une fréquence de transfert de 57 Hz à 62 Hz peuvent être choisies parmi les valeurs suivantes:

0,035 mm – 5 m/s²; 0,075 mm – 10 m/s²; 0,15 mm – 20 m/s²;
0,35 mm – 50 m/s²; 0,75 mm – 100 m/s²; 1,0 mm – 150 m/s²;
1,5 mm – 200 m/s²; 2,0 mm – 300 m/s²; 3,5 mm – 500 m/s².

Une vitesse de balayage de une octave par minute est recommandée.

Les choix du ou des point(s) de fixation, de la ou des direction(s) de la vibration et de son orientation par rapport à la pesanteur sont importants. Cependant, ces choix sont particuliers aux entités et il n'est pas possible de donner des recommandations générales.

C.3 Vibrations aléatoires

C.3.1 Définition du niveau de contrainte

Le niveau de contrainte de vibrations aléatoires est défini par la gamme de fréquences et par la densité spectrale de l'accélération mesurée en g²/Hz. Une valeur efficace peut être calculée à partir de la densité spectrale d'accélération.

Pendant une épreuve de vibrations aléatoires, une entité subit des contraintes à plusieurs fréquences simultanément de sorte que plusieurs fréquences de résonance peuvent être, en pratique, excitées en même temps. Ceci veut dire que des composants voisins ayant des fréquences de résonance différentes peuvent être mis en mouvement simultanément de sorte que la probabilité de collision de composants mal montés est accrue.

Puisque les vibrations aléatoires peuvent exciter davantage de composants en même temps, on peut réduire la durée d'un déverminage par vibrations aléatoires au tiers ou au cinquième environ de la durée nécessaire pour un déverminage à balayage de fréquence sinusoïdale.

Avec les vibrations aléatoires, on rencontre les mêmes difficultés qu'avec les vibrations à balayage de fréquence dans le choix des fréquences qui doivent exercer des contraintes sur les composants à risques et non sur les composants sensibles. Il sera souvent utile d'adopter une forme de spectre à forte densité spectrale autour des résonances des composants à risques et à faible densité spectrale autour des résonances des composants sensibles qui ne doivent être exposés qu'à des faibles contraintes. La valeur efficace du spectre sera normalement comprise entre 1 m/s² et 100 m/s².

Lorsque le produit fini est appelé à subir, pendant son existence, des vibrations de fréquences mélangées, sans fréquence dominante, un déverminage à vibrations aléatoires peut être indiqué au même titre qu'un déverminage à balayage de fréquence (voir C.2.1).

Toutefois, un déverminage par vibrations aléatoires peut être indiqué, même si le produit n'est appelé à subir aucune vibration dans son environnement réel. En effet, l'utilité de vibrations aléatoires (comme de n'importe quel type de contrainte) doit être examinée d'après l'aptitude à transformer des défauts possibles en défaillances, quelle que soit la façon dont ces défauts se transforment en défaillances dans la vie réelle. Autrement dit, il est recommandé de ne pas attendre les résultats tardifs de types de contraintes réalistes s'il existe un raccourci approprié pour transformer *les mêmes défauts en défaillances* à l'aide de contraintes complètement différentes. Les vibrations aléatoires peuvent être cet autre type de contrainte, par exemple pour des défauts comme des particules polluantes dans les boîtiers ou bien des défauts comme des brasures sèches.

The amplitude and acceleration at a cross-over frequency in the range of 57 Hz to 62 Hz may be selected from the following values:

0,035 mm – 5 m/s²; 0,075 mm – 10 m/s²; 0,15 mm – 20 m/s²;
0,35 mm – 50 m/s²; 0,75 mm – 100 m/s²; 1,0 mm – 150 m/s²;
1,5 mm – 200 m/s²; 2,0 mm – 300 m/s²; 3,5 mm – 500 m/s².

The sweep rate should be one octave per minute.

The selection of point/points of fixation, direction/directions of vibration and orientation concerning the direction of gravity is important. The choice of these conditions, however, is specific to the items, and general recommendations cannot be given.

C.3 Random vibration

C.3.1 Definition of stress level

The stress level of a random vibration is specified by the frequency range and the acceleration spectral density, ASD, measured in g²/Hz. A r.m.s. value may be calculated from the ASD spectrum.

In random vibration, the item is stressed with different frequencies simultaneously, so that in practice more than one resonance frequency may be excited at the same time. This means that adjacent components with different resonance frequencies may move at the same time, and therefore the probability of collision of not improperly mounted components is increased.

Since the random vibration can keep more components excited at the same time, the duration of a random screening may be reduced to approximately 1/3 to 1/5 of the duration required for a stress screening using swept frequency sinusoidal vibration.

A random vibration exhibits the same problems in selecting frequencies, which will stress the rogue components and not the sensitive components, as a swept frequency sinusoidal vibration. It often will be relevant to use a shaped spectrum with a high ASD level in the frequency range around the resonances of the rogue components, and a low ASD level around the resonances of sensitive components intended to be kept at low stress. The r.m.s. value of the spectrum will normally be between 1 m/s² and 100 m/s².

Where the final product will experience a mixed frequency spectrum with no predominant frequency during its use, random vibration screening may be relevant in the same degree as swept frequency screening was relevant, as mentioned in C.2.1.

Random vibration screening may be relevant, however, even if the product does not experience any vibration at all in its actual use. This is because the evaluation of the applicability of random vibration (as for any stress type) should include its ability to develop probable flaws into failures, independently of how these flaws become failures in real life. The slow action of the realistic stress types should not be awaited if a suitable shortcut can be obtained, using a completely different stress type to precipitate *the same flaws into failures*. Random vibration may be such an alternative stress type, for example for flaws like particle contamination in encapsulations, or "cold" solderings.

C.3.2 Effets de vibrations aléatoires

Les effets de vibrations aléatoires sont les mêmes que ceux de vibrations à fréquence fixe (voir C.1.2) mais avec des mécanismes de défaillances plus complexes et une vitesse d'apparition des défaillances 3 à 5 fois plus grande. Ceci est dû à l'interaction de nombreuses résonances excitées simultanément dans le cas de vibrations aléatoires.

C.3.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Les valeurs des gammes de fréquences peuvent être choisies parmi les suivantes:

20 Hz à 150 Hz; 20 Hz à 500 Hz; 20 Hz à 2 000 Hz; 20 Hz à 5 000 Hz.

Les valeurs de densité spectrale (exprimées en g^2/Hz) peuvent être choisies parmi les suivantes:

0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 g^2/Hz .

La forme du spectre, le choix du ou des point(s) de fixation, de la ou des directions de la vibration et de son orientation par rapport à la pesanteur sont importants. Cependant, le choix de ces conditions est propre aux dispositifs et il n'est pas possible de donner des recommandations générales.

C.4 Secousses

C.4.1 Définition du niveau de contrainte

Le niveau de contrainte des secousses est défini par l'accélération de crête et la durée de l'impulsion.

Comme les vibrations aléatoires, les secousses, excitent plus d'une fréquence de résonance à la fois. En effet, l'impulsion de secousse est assimilable à une demi-sinusoïde qui peut être décomposée, par l'analyse de Fourier, selon un grand nombre de fréquences discontinues.

Les secousses ont une propriété que les vibrations n'ont pas, à savoir que l'impulsion de secousse a une orientation propre. Alors qu'un cycle de vibration complet peut déplacer un élément puis le ramener à sa position initiale, une secousse peut le mettre dans une nouvelle position. Une nouvelle secousse peut renforcer le déplacement. Pour de nombreuses autres raisons, les secousses ont quelques-unes des propriétés des vibrations aléatoires, mais pour un coût beaucoup plus faible.

Il convient de choisir un déverminage par secousses lorsque le produit fini est appelé à subir des séries de secousses, ces secousses étant la principale contrainte d'environnement dans son utilisation réelle. On peut l'adopter pour un équipement portatif et pour un équipement appelé à être transporté, par exemple, par chemin de fer. Cependant, il faut avant tout s'assurer de l'aptitude de ce type de contrainte à transformer les défauts possibles en défaillances (voir C.4.2).

C.3.2 *Effects of random vibration*

The effects of random vibration are the same as for fixed frequency sinusoidal vibration (see C.1.2), but with more complex failure mechanisms and three to five times faster progress in the development of failures. This is due to the interaction of many resonances activated simultaneously.

C.3.3 *Commonly used stress levels*

The frequency range may be selected from the following ranges:

20 Hz to 150 Hz, 20 Hz to 500 Hz, 20 Hz to 2 000 Hz, 20 Hz to 5 000 Hz.

The ASD level (measured in g^2/Hz) may be selected from the following values:

0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 g^2/Hz .

Shaping of the spectrum, selection of point/points of fixation, direction/directions of vibration and orientation concerning the direction of gravity are important. The choice of these conditions, however, is specific to the items, and general recommendations cannot be given.

C.4 **Bump**

C.4.1 *Definition of stress level*

For bumps, the stress level is characterized by the pulse peak acceleration and the pulse duration.

Like a random vibration, bumps will excite more than one resonance frequency at the same time. The bump pulse is approximately a half-sine oscillation which, through Fourier analysis, may be resolved into a large number of discrete frequencies.

The bump conditioning has one property that a vibration conditioning does not: the bump pulse has a specific direction. Where a complete vibration cycle may move a part out of position and back again, a bump may leave it in a new position. The next bump may then add further to the movement. In many other senses, bump conditioning has similar properties to random vibration, but is much cheaper.

A bump screening should be considered where the final product will experience an environment with a series of bump impulses as a predominant factor in actual use. This may apply to portable equipment, and to other equipment exposed to transport, for example by railway. This consideration should, however, include primarily an evaluation of the ability of this kind of stress condition to develop the probable flaws into failures (see C.4.2).

C.4.2 Effets des secousses

Les effets des secousses sont à peu près les mêmes que ceux des vibrations aléatoires (voir C.3.2) mais les effets suivants leur sont propres:

- mouvement dans une direction de composants fixés par friction (par exemple des transformateurs vissés sur une embase);
- dérèglages (exemple: potentiomètres);
- mouvement de couvercles à charnières, de portes, etc; leur mouvement peut alors être bloqué (par exemple par desserrage de vis);
- déconnexion de connecteurs.

C.4.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Le niveau de contrainte est défini par une combinaison de l'accélération de crête et de la durée d'impulsion qui peut être choisie parmi les combinaisons suivantes:

100 m/s² – 16 ms; 150 m/s² – 6 ms; 250 m/s² – 6 ms; 400 m/s² – 6 ms; 1 000 m/s² – 2 ms

Les choix du ou des point(s) de fixation, de la ou des direction(s) de l'impulsion de secousse et de son orientation par rapport à la pesanteur sont importants. Cependant, les choix de ces conditions sont propres aux entités et il n'est pas possible de donner des recommandations générales.

C.4.2 *Effects of bumps*

The effects of bump conditioning are almost the same as those of random vibration (see C.3.2). However, the following effects are present for bump only:

- movement in one direction of components that are fixed by friction (for example transformers screwed to base plate);
- change of adjustment (for example potentiometers);
- movement of hinged lids, doors etc. causing blocked movement (for example caused by loose screws);
- movements of connectors out of contact.

C.4.3 *Commonly used stress levels*

The stress levels are defined as a combination of peak acceleration and pulse duration, as follows:

100 m/s² – 16 ms, 150 m/s² – 6 ms, 250 m/s² – 6 ms, 400 m/s² – 6 ms, 1 000 m/s² – 2 ms.

Selection of point/points of fixation, direction/directions of the bump pulse, and orientation concerning the direction of gravity are important. The choice of these conditions, however, is specific to the items and general recommendations cannot be given.

Annexe D (informative)

Conditions de contraintes: humidité

D.1 Taux d'humidité relative et température, de valeurs élevées et constantes

D.1.1 Définition du niveau de contrainte

Le niveau de contrainte est défini par le taux d'humidité relative de l'air et par la température des entités sous contraintes. Après une exposition à l'humidité, le chauffage d'une entité dans de l'air à faible taux d'humidité relative peut effacer l'effet d'une contrainte d'humidité précédente. En particulier, ceci peut se produire si l'entité dissipe de l'énergie pendant l'exposition à l'humidité.

Dans le cas où l'entité ne dissipe pas d'énergie, les deux caractéristiques ne dépendent que de l'environnement. En pratique, les caractéristiques couramment utilisées sont la température de l'air de l'enceinte et le taux d'humidité relative, mais l'humidité absolue peut aussi être utilisée.

Dans le cas où l'entité dissipe de l'énergie, la répartition de la température ne sera pas uniforme (voir B.1.1). Pour cette raison, la répartition du taux d'humidité relative ne sera pas uniforme, elle non plus. De façon simplifiée, on peut retenir que l'écart est d'environ 5 % pour une différence de 1 °C.

En pratique, on peut généralement négliger cet effet puisqu'un dépassement de température sur un composant a pour conséquence de sécher l'humidité. Il n'est donc pas important de bien définir les conditions d'humidité sur les parties dissipatives d'une entité puisque l'effet possible ne risque pas de transformer des défauts en défaillances¹⁾.

La température de l'air de l'enceinte et l'humidité relative sont donc des caractéristiques convenables pour définir dans tous les cas la condition de contrainte.

D.1.2 Effets de la chaleur humide

Les effets de l'humidité sur des dispositifs électriques et électroniques sont triples:

- Absorption superficielle

Ce phénomène apparaît de façon évidente lorsque l'humidité, associée à des défauts, peut déclencher une contamination de la surface; par exemple, le chlorure de sodium d'une empreinte digitale peut déclencher la formation d'un film d'eau en phase liquide même si le taux d'humidité relative de l'air environnant n'est que de 75 %. Les défaillances risquent de se produire en quelques heures si la fonction de l'entité exige une forte résistance superficielle. Les défaillances risquent de survenir en quelques jours si la corrosion est le mécanisme, par exemple, par suite de la formation de produits résultant de la corrosion ou par le ternissement de surfaces métalliques polies.

¹⁾ La dissipation d'énergie peut toutefois causer d'autres difficultés. On peut chercher à imposer une contrainte d'humidité sur les parties non dissipatives d'une entité, mais les parties dissipatives peuvent charger l'enceinte et empêcher que les conditions voulues ne soient obtenues.

Annex D (informative)

Stress conditions: humidity

D.1 Constant high humidity and temperature

D.1.1 Definition of stress level

The stress level is defined by the water content in the air, and the temperature of the item under stress. A subsequent heating of the item under low humidity conditions may eliminate the effect of a previous humidity condition. This may, in particular, be the case if the item is heat-dissipating during the humidity condition.

In case the item is non heat-dissipating, both parameters depend on the environment only. The commonly used characteristics are chamber air temperature, and relative humidity; but absolute humidity may be used as well.

In case the item is heat-dissipating, the temperature distribution will not be uniform (see B.1.1). For that reason, the distribution of relative humidity will also not be uniform. As a rule of thumb, the deviation will be around 5 % for 1 °C of temperature difference.

This situation can generally be neglected in practice, since the over-temperature of a component will bring about a drying out of water. It is, therefore, not important for the humidity stress conditions to be well defined on heat-dissipating parts of an item. This combination is not likely to precipitate any flaws into failures.¹⁾

Chamber air temperature and relative humidity are, therefore, suitable characteristics for definition of the stress condition in all cases.

D.1.2 Effects of damp heat

Humidity acts on electrical and electronic items according to three main mechanisms.

- Surface absorption

This is evident in connection with flaws related to contamination of the surface. As an example, the sodium chloride of a fingerprint can initiate development of a film of liquid water already at 75 % RH of the surrounding air. Failures are likely to occur within a few hours if the function of the item requires a high surface resistance. If corrosion is the relevant mechanism, failures are likely to occur within a few days, for example due to formation of corrosion products, or discolouring of bright metal surfaces.

¹⁾ Heat-dissipation may cause other problems, however. It may be the intention to impose stress on a non heat-dissipating part of an item, but heat-dissipating of other parts of the item may load the chamber, so that the intended stress condition cannot be obtained.

- Condensation par capillarité

Ce phénomène apparaît de façon évidente lorsqu'il est associé à des défauts constitués par des craquelures, des fissures et des pores. Des défaillances risquent de se produire si l'eau peut ainsi pénétrer à travers des revêtements protecteurs et réagir avec les matériaux qui auraient dû être protégés. Ce mécanisme est également assez rapide; quelques heures à quelques jours.

- Diffusion en volume

En principe, ce mécanisme n'est généralement pas associé à des défauts et il est rarement à prendre en compte. Il est généralement lent; plusieurs jours à quelques mois.

D.1.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

On peut choisir les niveaux de contraintes parmi les valeurs suivantes:

température: 40, 55, 70, 85 °C.

humidité: taux d'humidité relative: 85 % ou un taux proche de la saturation¹⁾.

D.2 Cycles de température et d'humidité relative de valeurs élevées

D.2.1 Définition du niveau de contrainte

La contrainte est très complexe et on ne peut la considérer comme une combinaison simple de cycles de température (voir B.2.1) et de chaleur humide de valeur constante (voir D.1.1). En effet, après une exposition à l'humidité, le chauffage d'une entité dans de l'air à faible taux d'humidité relative peut effacer l'effet de température et d'humidité de fortes valeurs appliquées au cours de la partie précédente du cycle. En particulier, ceci peut se produire si l'entité dissipe de la chaleur pendant l'épreuve.

Afin de ne pas compliquer les résultats, il est recommandé de respecter les conditions suivantes:

- ménager une durée aussi grande que possible pour les variations de température afin d'obtenir une bonne homogénéité de la température et de l'humidité dans la chambre pendant les variations;
- ménager les durées des paliers aux températures supérieure et inférieure suffisamment grandes afin d'obtenir un équilibre entre les pièces de l'entité à faible et à grande constante de temps thermique.

Si ces conditions sont réalisées, l'épreuve est essentiellement définie par la température supérieure, la température inférieure, la vitesse de variation de température et par l'humidité relative.

¹⁾ La CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement - Partie 2: Essais - Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*, décrit un essai normalisé à 40 °C et 93 % d'humidité relative.

- Capillary condensation

This is evident in connection with flaws composed of cracks, fissures, and pores. Failures are likely to occur if the water can penetrate the protective cover layers in this way, and act on materials intended to be protected. This mechanism is also rather fast, taking from some hours to a few days.

- Diffusion through bulk material

This is not normally related to possible flaws, and is scarcely relevant. The mechanism is generally slow, taking from several days to some months.

D.1.3 Commonly used stress levels

Stress levels may be chosen from the following values:

- temperature: 40, 55, 70, 85 °C
- humidity: 85 % RH, close to saturation.¹⁾

D.2 High humidity and temperature cycling

D.2.1 Definition of stress level

The stress is very complex and cannot be considered as just a combination of temperature cycling and steady state humidity (see B.2.1 and D.1.1, respectively). A subsequent heating of the item under low humidity conditions may eliminate the effect of a previous high humidity and temperature cycling condition. This may, in particular, be the case if the item is heat-dissipating during the conditioning.

In order to keep things as simple as possible, the following provisions should be applied:

- the time for the temperature change should be long enough to facilitate a uniform distribution of temperature and humidity in the chamber during the change;
- the dwell times at the upper and lower temperature should be long enough to obtain thermal equilibrium between parts of the item with small and with large thermal time constants.

Then, the conditioning basically depends on the upper temperature, the lower temperature, the temperature rate of change, and the relative humidity.

¹⁾ IEC 68-2-3: 1969, *Basic environmental testing procedures - Part 2: Tests - Test Ca: Dampheat, steady state*, describes a standardized test at 40 °C and 93 % RH.

D.2.2 Effets de cycles de température et d'humidité

L'un des effets de cycles de température et d'humidité de valeurs élevées est la condensation de l'eau sur les surfaces externes de l'entité. Ceci renforce la condensation capillaire mentionnée en D.1.2 mais ajoute aussi des effets supplémentaires dus à la présence d'un film d'eau sur la presque totalité de la surface de l'entité et pas seulement dans les pores. A cause de la présence de ce film d'eau il faut exclure l'emploi de cycles de température et d'humidité de fortes valeurs comme déverminage possible si l'entité à déverminer n'a pas été conçue pour supporter un tel film.

L'effet le plus important de cycles de température et d'humidité est l'effet de «respiration». Ceci veut dire que les dilatations et les contractions répétées de l'air dues aux variations de température font rentrer l'humidité dans les cavités de l'entité. Cette condition de contrainte est donc recommandée si on s'attend à ce qu'il existe des défauts sensibles à l'humidité (voir D.1.2) dans des cavités qui ne sont pas complètement fermées à l'air ou si on s'attend à ce qu'il y ait, comme défauts, des fuites dans les parois de cavités qui devraient être étanches.

D.2.3 Niveaux de contrainte couramment utilisés

Les valeurs qui définissent le niveau de contrainte sont les suivantes:

Température inférieure du palier:	25 °C
Température supérieure du palier:	40, 55 °C
Humidité:	proche de la saturation
Vitesse de variation de température:	15, 30 °C/h.

D.2.2 *Effects of high humidity and temperature cycling*

One effect of high humidity and temperature cycling is condensation of water on the outer surfaces of the item. This enhances the capillary condensation mentioned in D.1.2, but adds the extra effect of a water layer over virtually the whole surface of the item, and not only in the pores. The water layer will, in many cases, exclude the use of high humidity and temperature cycling as a usable screening condition, if the item under screening is not designed to withstand such a water layer.

The most important effect of the temperature cycling is "breathing". This means that the repeated expansion and contraction of air, due to the temperature changes, will bring humidity into hollow spaces in the item. This stress condition is therefore recommended, if flaws sensitive to humidity (see D.1.2) are expected to exist in spaces not completely airtight, or if the flaws expected are leaks in the walls of spaces intended to be airtight.

D.2.3 *Commonly used stress levels*

Stress levels may be chosen from the following values:

Lower temperature:	25 °C
Upper temperature:	40, 55 °C
Humidity:	close to saturation
Rate of temperature change:	15, 30 °C/h.

Annexe E (informative)

Conditions de contraintes: fonctionnement

E.1 Contrainte de fonctionnement permanent

E.1.1 Définition du niveau de contrainte

Le niveau de contrainte est lié à la fonction spécifique de l'entité et de ses conditions de fonctionnement possibles. Il ne peut pas être généralement défini.

On peut choisir les conditions de fonctionnement ou d'alimentation générales (ou les deux simultanément) de façon à appliquer des contraintes de fonctionnement à des groupes particuliers de composants dans une entité contenant des composants à risques. Ainsi, on peut caractériser convenablement la contrainte dite «de fonctionnement» par les conditions de charge et d'alimentation pour les composants à risques, par exemple, la tension de l'alimentation, la fréquence, la puissance de sortie, la tension de polarisation, la puissance utile, le couple, l'alimentation du système de refroidissement, etc.

La contrainte de fonctionnement permanent est quelquefois utilisée comme supplément à la «température constante de valeur élevée»: il peut être alors utile de choisir la température de composants critiques pour caractériser le niveau de la contrainte (voir B.1.1).

E.1.2 Effet

Les effets de la contrainte de fonctionnement ne peuvent pas être définis de façon générale car ils sont étroitement liés aux détails de la conception et de la fonction de l'entité.

Lorsque la contrainte de fonctionnement est utilisée comme supplément à la contrainte «température constante», il peut être utile de consulter la liste des effets de cette dernière contrainte en B.1.2.

Une tension de polarisation de forte valeur peut provoquer des claquages diélectriques d'isolants partiellement endommagés.

E.1.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Non applicable.

E.2 Contrainte de fonctionnement cyclique

E.2.1 Définition du niveau de contrainte

La contrainte de fonctionnement cyclique est souvent utilisée avec la contrainte de cycles de température. Les variations de puissance dissipée produisent des tensions mécaniques dans les entités et dans leurs composants. La répartition des tensions sera différente de celle que produisent des cycles de température seuls.

Il peut y avoir plusieurs conditions différentes de contrainte de fonctionnement dans le cycle, chacune d'elles étant caractérisée par son propre jeu de conditions de charges et de conditions d'alimentation.

Annex E (informative)

Stress conditions: operational stress

E.1 Constant operational stress

E.1.1 *Definition of stress level*

The stress level is related to the specific function of the item and its possible functional conditions. It cannot be defined generally.

The functional and/or supply condition may be chosen to impose operational stress on specific groups of components in an item incorporating the rogue components. The operational stress is then suitably characterized by load and supply parameters for the rogue components, for example power supply voltage, frequency, output power, bias voltage, fan-out, torque, supply of cooling medium, etc.

Constant operational stress is sometimes used as a supplement to constant high temperature, and it may then be suitable to use the temperature of the important components to characterize the stress level (see B.1.1).

E.1.2 *Effects*

The effects of operational stress cannot be described generally, because they are closely related to details of the design and the functions of the item.

For constant operational stress used as supplement to constant high temperature, it may be suitable to consider the corresponding list (see B.1.2).

High bias voltage may cause dielectric breakdown of partly damaged insulation.

E.1.3 *Commonly used stress levels*

Not applicable.

E.2 Operational stress cycling

E.2.1 *Definition of stress level*

Operational stress cycling is often used in combination with temperature cycling. The varying power dissipation produces mechanical stresses inside the items and the components of the items. The stress distribution will be different from that produced by temperature cycling.

There may be several different operational stress conditions in the cycle, each characterized by its own set of load and supply parameters and levels.

Le diagramme des temps de la contrainte de fonctionnement cyclique est important en lui-même. Dans le cas d'une combinaison avec les cycles de température, le calage mutuel des deux contraintes est particulièrement important.

Les variations des grandeurs électriques produisent des tensions et courants transitoires dans certaines parties des circuits électriques (courants de pointe aux mises sous tension).

E.2.2 Effets

Les effets de cycles de fonctionnement, lorsqu'ils sont associés à de possibles défauts, sont en principe les mêmes que ceux de cycles de température (voir B.2.2). La différence vient du fait qu'avec les cycles de fonctionnement marche/arrêt, les contraintes sont localisées sur les parties de l'entité qui sont réellement chargées.

E.2.3 Niveaux de contraintes couramment utilisés

Non applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Without watermark

The timing of the operational stress cycle is important in itself. In combination with temperature cycling, the mutual timing of the two cycles is particularly important.

Changing electrical parameters produce voltage and current transients in particular parts of the electrical circuits, for example inrush currents.

E.2.2 *Effects*

The effects of operational stress cycling in combination with possible flaws are, in principle, the same as the effects of temperature cycling (see B.2.2). The difference is that operational on/off cycling concentrates the stress around the parts of the item actually loaded.

E.2.3 *Commonly used stress levels*

Not applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995
Withdrawn

Annexe F
(informative)

**Lois de répartition cumulée double –
Relevés expérimentaux sur papier de Weibull et analyses**

Lorsque l'on prépare des traitements de déverminage, on peut assimiler à des doubles lois de Weibull les courbes de répartition cumulée des durées jusqu'à la première défaillance (pour les systèmes) ou des durées jusqu'à défaillance (pour les composants) dans les conditions du déverminage sous contraintes.

La fonction de répartition cumulée s'écrit alors:

$$F(t) = \rho \times F_1(t) + (1 - \rho) \times F_2(t)$$

avec:

t est la durée jusqu'à défaillance pour les composants non réparables; durée jusqu'à la première défaillance pour les systèmes réparables

$F_1(t)$ est la loi de répartition cumulée des durées, jusqu'à défaillance (ou jusqu'à première défaillance) pour les entités fragiles

$F_2(t)$ est la loi de répartition cumulée des durées jusqu'à défaillance (ou jusqu'à première défaillance) pour les entités saines

ρ est la proportion d'entités fragiles dans la population.

Les entités fragiles ont des valeurs de durée t petites alors que les entités saines ont des valeurs de durée t beaucoup plus grandes.

On assimile les lois de répartition $F_1(t)$ et $F_2(t)$ à des lois de Weibull à deux paramètres:

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{b_1}\right]^{k_1}}$$

$$F_2(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{b_2}\right]^{k_2}}$$

où k_1, k_2 sont les paramètres de forme et b_1, b_2 sont les durées de vie caractéristiques.

Une loi de répartition double apparaît sur un papier de Weibull comme une courbe en S, plus ou moins prononcée selon l'écart entre les droites représentatives de $F_1(t)$ et $F_2(t)$. Un exemple est donné dans la figure F.1.

La première partie du S a la même pente que $F_1(t)$ et la partie intermédiaire forme un palier où $F_1(t)$ et $F_2(t)$ sont mélangées. La dernière partie se rapproche de $F_2(t)$ pour des grandes valeurs de t .

Annex F (informative)

Bimodal distributions – Weibull plotting and analysis

For the purpose of designing reliability screening processes, the distribution of times to first failure, TTFF, for systems and times to failure, TTF, for components under the stress screening conditions can be approximated by bimodal Weibull distributions.

The mathematical description in terms of the cumulative distribution function, c.d.f., is

$$F(t) = \rho \times F_1(t) + (1 - \rho) \times F_2(t)$$

where

t is the TTF in case of (non repairable) components, TTFF in case of repairable systems

$F_1(t)$ is the c.d.f. describing the TTF/TTFF for the weak items

$F_2(t)$ is the c.d.f. describing the TTF/TTFF for the strong items

ρ is the fraction of weak items in the population.

The relevant measure of weak items are characterized by small values of t , while strong items normally exhibit much larger values of t .

For the description of $F_1(t)$ and $F_2(t)$, the two-parameter Weibull distribution is used as follows:

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{b_1}\right]^{k_1}}$$

$$F_2(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{b_2}\right]^{k_2}}$$

where k_1 and k_2 are the shape parameters, and b_1 and b_2 are the characteristic lifetimes.

A bimodal Weibull distribution appears on Weibull graph paper as an S-curve, more or less pronounced, dependent on the separation of $F_1(t)$ and $F_2(t)$. An example appears in figure F.1.

The first part of the S has the same slope as $F_1(t)$. The middle part forms a "plateau", where $F_1(t)$ and $F_2(t)$ mix. The last part approaches $F_2(t)$ as t grows larger and larger.

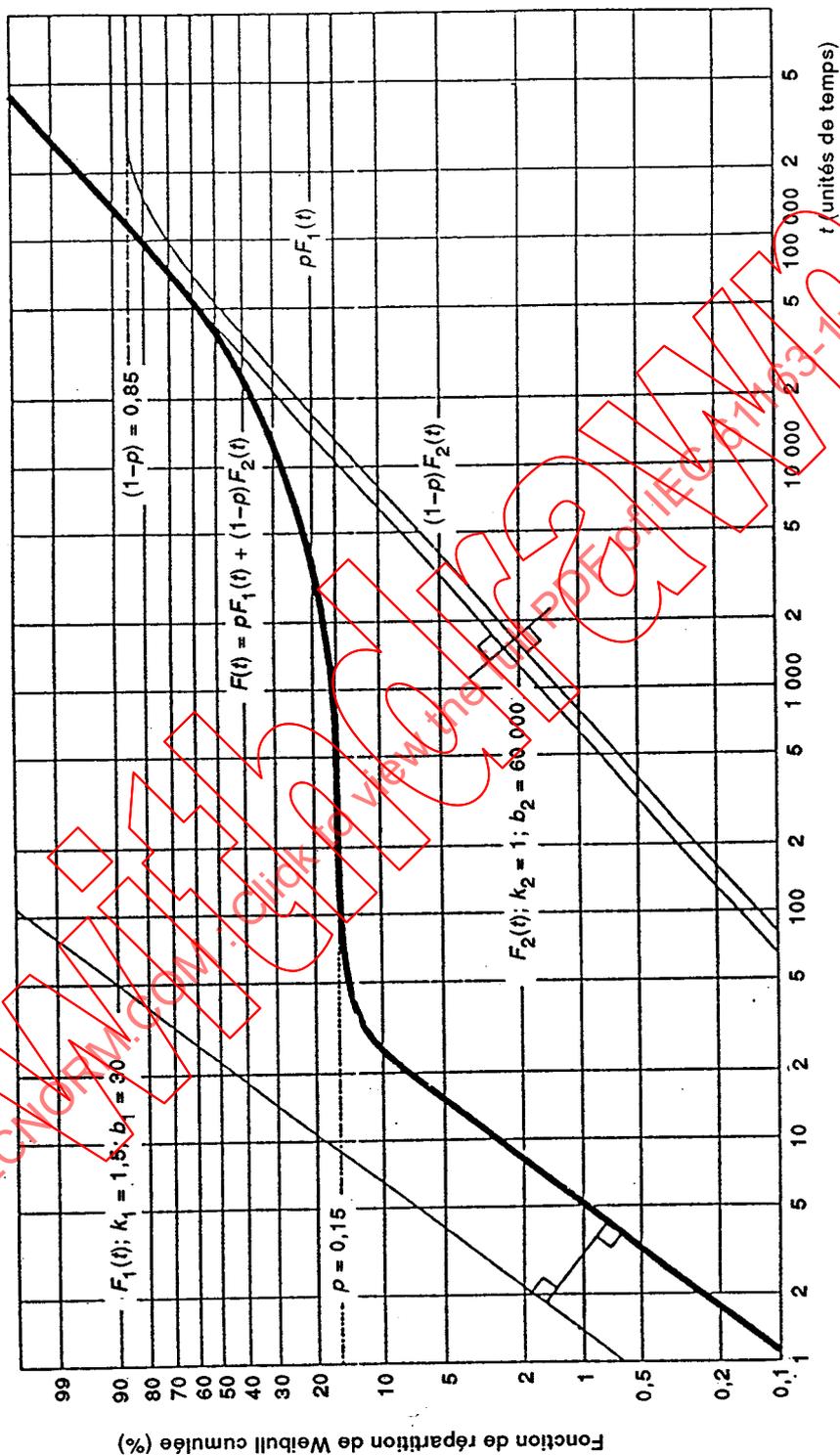


Figure F.1 - Courbe en S d'une fonction de répartition de Weibull double avec:

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{30}\right)^{1.5}} \quad \text{et} \quad F_2(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{60\,000}\right)^{1.5}}$$

dans les proportions de 15 % et 85 % respectivement

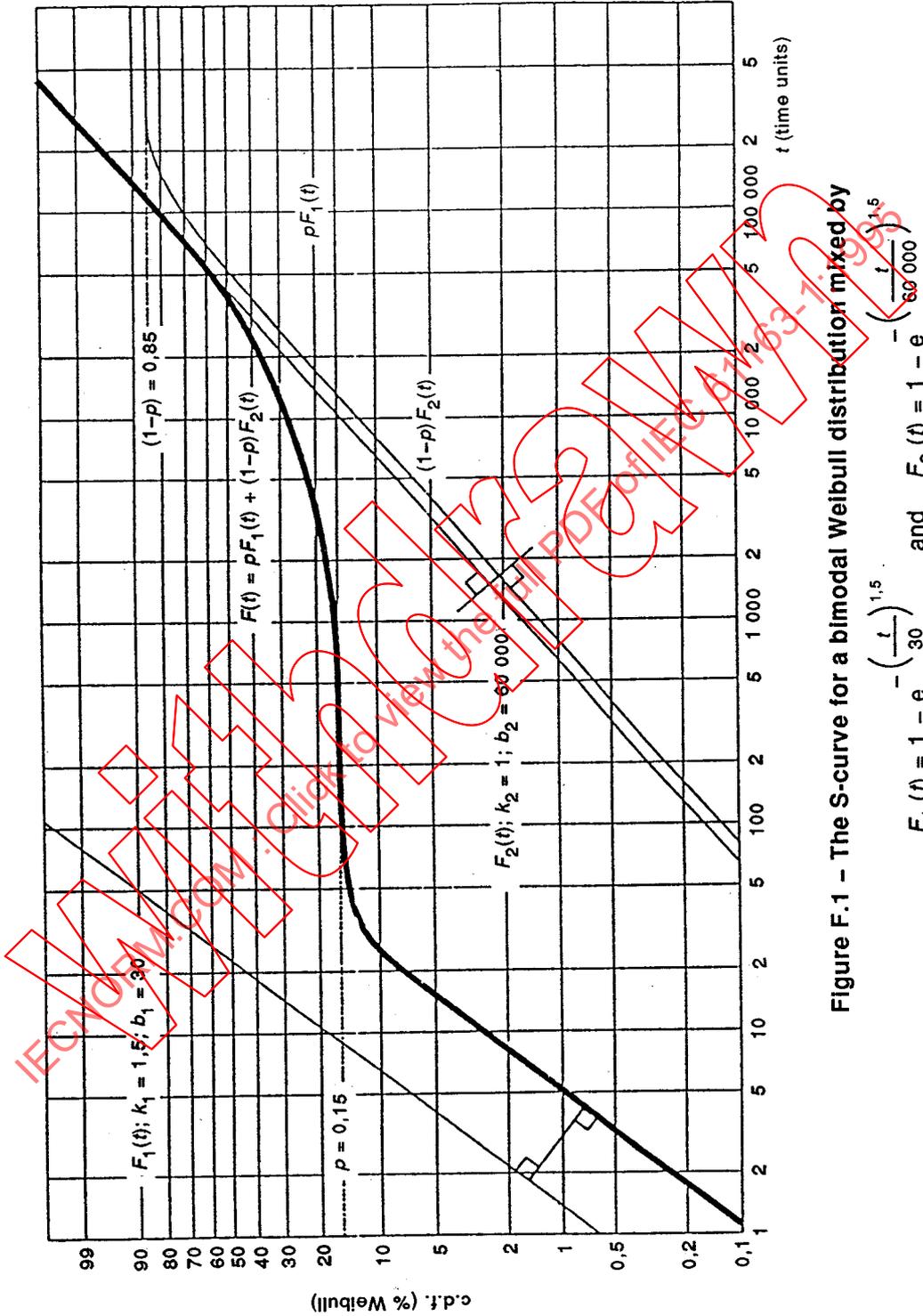


Figure F.1 - The S-curve for a bimodal Weibull distribution mixed by

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{30}\right)^{1.5}} \quad \text{and} \quad F_2(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{60\ 000}\right)^{1.5}}$$

in the proportions 15 % and 85 % respectively

On porte sur du papier de Weibull les valeurs des durées jusqu'à défaillance (ou jusqu'à la première défaillance) provenant d'essais de durée d'un échantillon de n entités en utilisant la méthode bien connue du rang médian. Les valeurs des durées sont classées dans l'ordre croissant et on affecte à chaque défaillance un rang i commençant à 1 pour la première défaillance. Le rang médian qui constitue une valeur estimée de la fonction de répartition cumulée vaut:

$$\text{Rang médian de la } i^{\text{ème}} \text{ défaillance au temps } t_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \text{ (en pourcentage).}$$

où t_i est la durée jusqu'à défaillance (ou jusqu'à la première défaillance) pour la défaillance du rang i (voir l'annexe H qui donne un exemple d'application).

Lorsque l'on supprime certaines entités en cours d'essai pour une raison quelconque, on calcule de proche en proche un rang corrigé pour chaque défaillance prise en compte, en appliquant la méthode ci-après; ce rang corrigé ne sera pas un nombre entier en général. Pour chaque défaillance, on calcule l'écart entre rangs corrigés:

$$\Delta = \frac{(n + 1) - (\text{rang corrigé précédent})}{1 + (\text{nombre d'entités restant après la deuxième suppression})}$$

L'écart Δ est ajouté au rang corrigé précédent afin d'obtenir le rang corrigé de la défaillance considérée.

Lorsque les points obtenus sur le papier de Weibull font apparaître une courbe en S ou la première partie d'une courbe en S (comprenant le palier), on peut en extraire les renseignements nécessaires pour optimiser un déverminage comme le montre la figure F.2. Le paramètre de forme de $F_1(t)$ est donné par la pente de la première partie de la courbe en S. La proportion p des entités fragiles est donnée approximativement par la valeur de la fonction de répartition cumulée au début du palier. La durée de vie caractéristique b_1 des entités fragiles est donnée par l'abscisse du point d'ordonnée $0,632 \times p$ sur la courbe en S expérimentale.

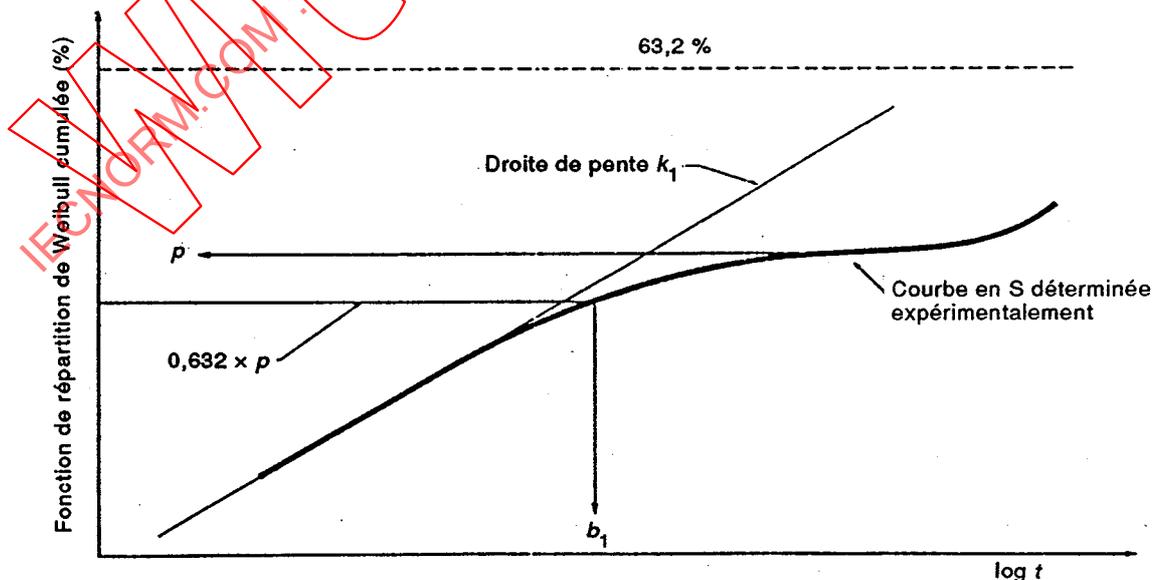


Figure F.2 – Estimation de p , k_1 et b_1 pour une optimisation de déverminage

Experimental values of TTF/TTFs arising from a test performed on a sample including n items are plotted on Weibull graph paper, using the well-known median rank method. The TTF/TTF values are organized in increasing order. Each failure is then given a rank order number, i , beginning with 1 for the first failure. The median ranks, which constitute estimates of the c.d.f. values, are hereafter calculated by:

$$\text{Median rank of the } i\text{th failure at time } t_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \text{ (in percent)}$$

where t_i is the TTF/TTF for the i th failure (see annex H for a worked-through example).

In the case where the number of items under test is reduced for some reason, the method of suspended items has to be applied in the calculation of the rank order number. These will then in general be non-integers. For each failure a rank increment Δ is calculated by

$$\Delta = \frac{(n + 1) - (\text{previous rank order number})}{1 + (\text{number of items following suspended set})}$$

This increment Δ is added to the previous rank order number to obtain the rank order number for the failure under consideration.

When, after the plotting, the points indicate an S-curve or the first part (including the "plateau") of an S-curve, the necessary information for a reliability screening optimization can be derived as shown in figure F.2. The shape parameter of $F_1(t)$ is taken as the slope of the first part of the S-curve. The fraction p of weak items is approximated by the c.d.f. value, where the S-curve "plateau" begins. The characteristic lifetime b_1 of the weak items is found by the c.d.f. value, $0,632 \cdot p$ on the S-curve.

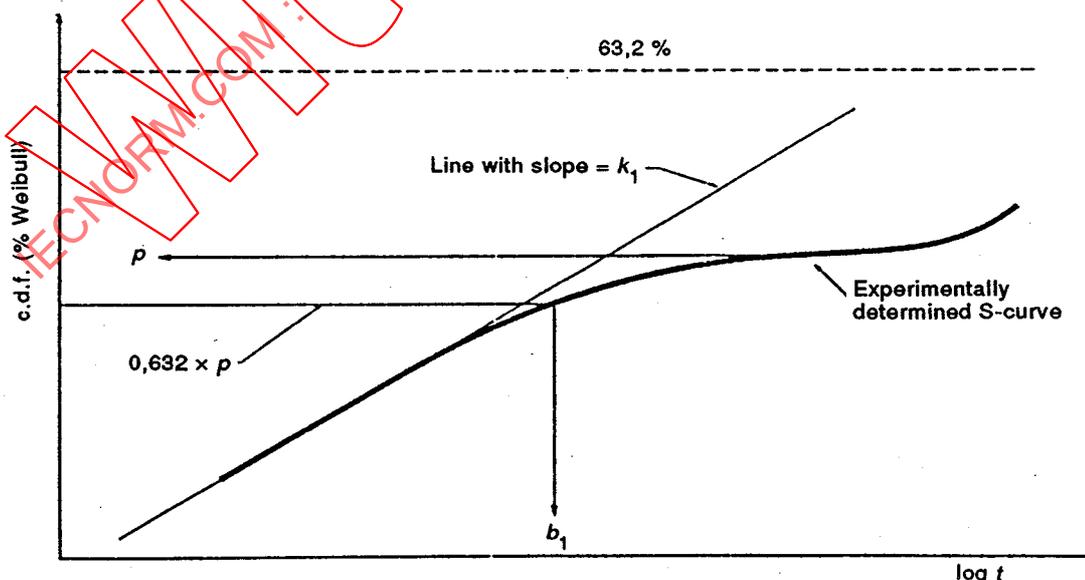


Figure F.2 – Estimation of p , k_1 and b_1 for the purpose of reliability screening optimization

En pratique, pour une optimisation de déverminage, on peut assimiler les lois de Weibull à des lois exponentielles; ce cas particulier est décrit ci-après.

Les lois mathématiques sont alors les suivantes:

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{m_{F1}}\right]}$$

$$F_2(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{m_{F2}}\right]}$$

car, dans ce cas, on a

$$k_1 = k_2 = 1;$$

$$b_1 = m_{F1};$$

$$b_2 = m_{F2} \text{ (} m_F = \text{durée moyenne de fonctionnement avant défaillance).}$$

La figure F.3 montre la représentation correspondante sur papier de Weibull de la fonction de répartition cumulée et la figure F.4 donne le taux de défaillance en fonction du temps. Sur les figures F.3 et F.4 on donne deux courbes correspondant, soit à une valeur finie de m_{F2} , soit à une valeur infiniment grande. (Dans le cas où m_{F2} est infini, les entités saines sont parfaites et n'ont pas de défaillance.)

A partir des figures F.3 et F.4, on peut faire les observations suivantes:

- Il est plus facile de se servir de la courbe de répartition cumulée des défaillances que de la courbe du taux de défaillance pour optimiser un déverminage. Par exemple, la courbe $F_1(t)$ sur la figure F.3 montre que l'on extraira environ 75 % des entités fragiles à l'aide d'un déverminage ayant une durée moyenne de 48 h. Pour cette durée, le taux de défaillance est tombé au quart de sa valeur initiale mais il est encore beaucoup plus grand que sa valeur finale. Autrement dit, on se tromperait si, à partir de la courbe du taux de défaillance, on voulait apprécier de combien on s'est approché de la fin du déverminage.
- Dans le cas où le déverminage est très net (c'est-à-dire lorsque $F_1(t)$ et $F_2(t)$ sont assez bien séparées) l'approximation d'une durée m_{F2} infiniment grande est justifiée car la première partie de la courbe en S n'est affectée que marginalement par $F_2(t)$.
- Pour un déverminage, il est raisonnable d'assimiler $F_1(t)$ à une loi exponentielle. Si la pente réelle k_1 est supérieure à 1, le résultat du déverminage sera meilleur que prévu. Si la pente réelle k_1 est inférieure à 1 mais supérieure à 0,7 (valeur qui est inférieure à la valeur la plus faible observée), le résultat du déverminage sera seulement légèrement plus mauvais que prévu.

The reliability screening optimization is based on the approximation of bimodal Weibull distributions by bimodal exponential distributions.

These special cases are described here. The mathematical expressions are

$$F_1(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{m_{F1}}\right]}$$

$$F_2(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{m_{F2}}\right]}$$

because in this case

$$k_1 = k_2 = 1;$$

$$b_1 = m_{F1};$$

$$b_2 = m_{F2} \text{ (} m_F \text{ is the mean time to failure).}$$

The representation on Weibull graph paper of the cumulative distribution function is shown in figures F.3 for a finite m_{F2} , as well as for an infinite m_{F2} (in the infinite m_{F2} case, the strong items are perfect and do not fail at all). The corresponding failure rate functions are shown in figure F.4 in both cases as well.

The figures F.3 and F.4 show several things:

- For the purpose of reliability screening optimization, it is easier to interpret the c.d.f. rather than the failure rate function. For example the $F_1(t)$ graph in figure F.3 shows that an average screening time of 48 h will weed out about 75 % of the weak items. At that time, the hazard rate has dropped down to about one fourth of its original value, but this is still considerably higher than the end value. Using the failure rate function may well lead to a wrong conclusion regarding the proximity of a termination of the screening.
- In the case where reliability screening pays off (that is when $F_1(t)$ and $F_2(t)$ are reasonably separated), the approximation $m_{F2} \rightarrow \infty$ is well justified, as the first part of the S-curve is only marginally affected by $F_2(t)$.
- For the purpose of reliability screening, an approximation of $F_1(t)$ with an exponential distribution is reasonable. If the actual slope k_1 is higher than 1, the screening result will be better than expected. If the actual slope k_1 is lower than 1 but higher than 0,7 (which is below the lowest observed), the screening result will be only slightly worse than expected.

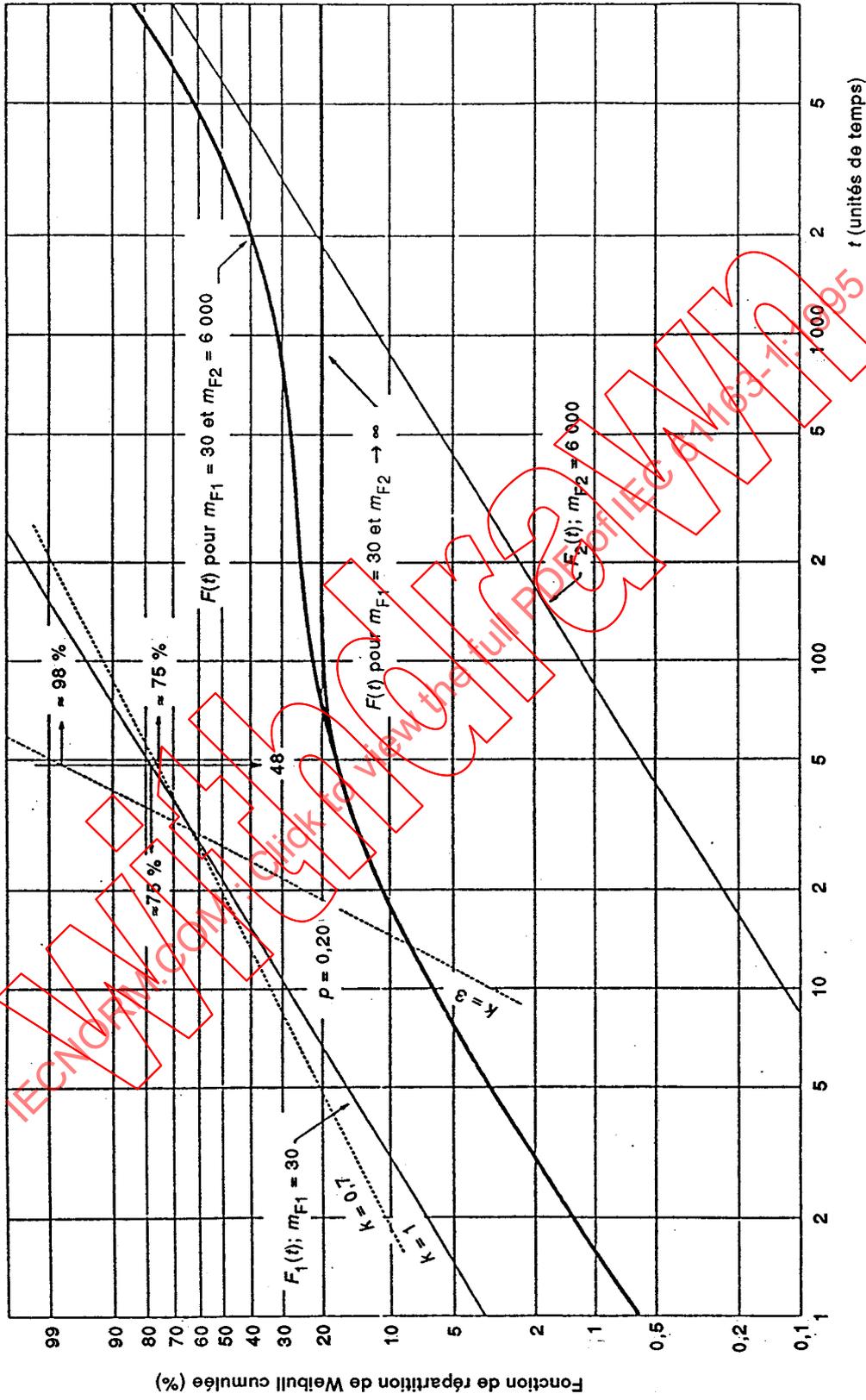


Figure F.3 – Fonction de répartition cumulée des défaillances dans le cas où cette fonction est égale à la somme de deux lois exponentielles

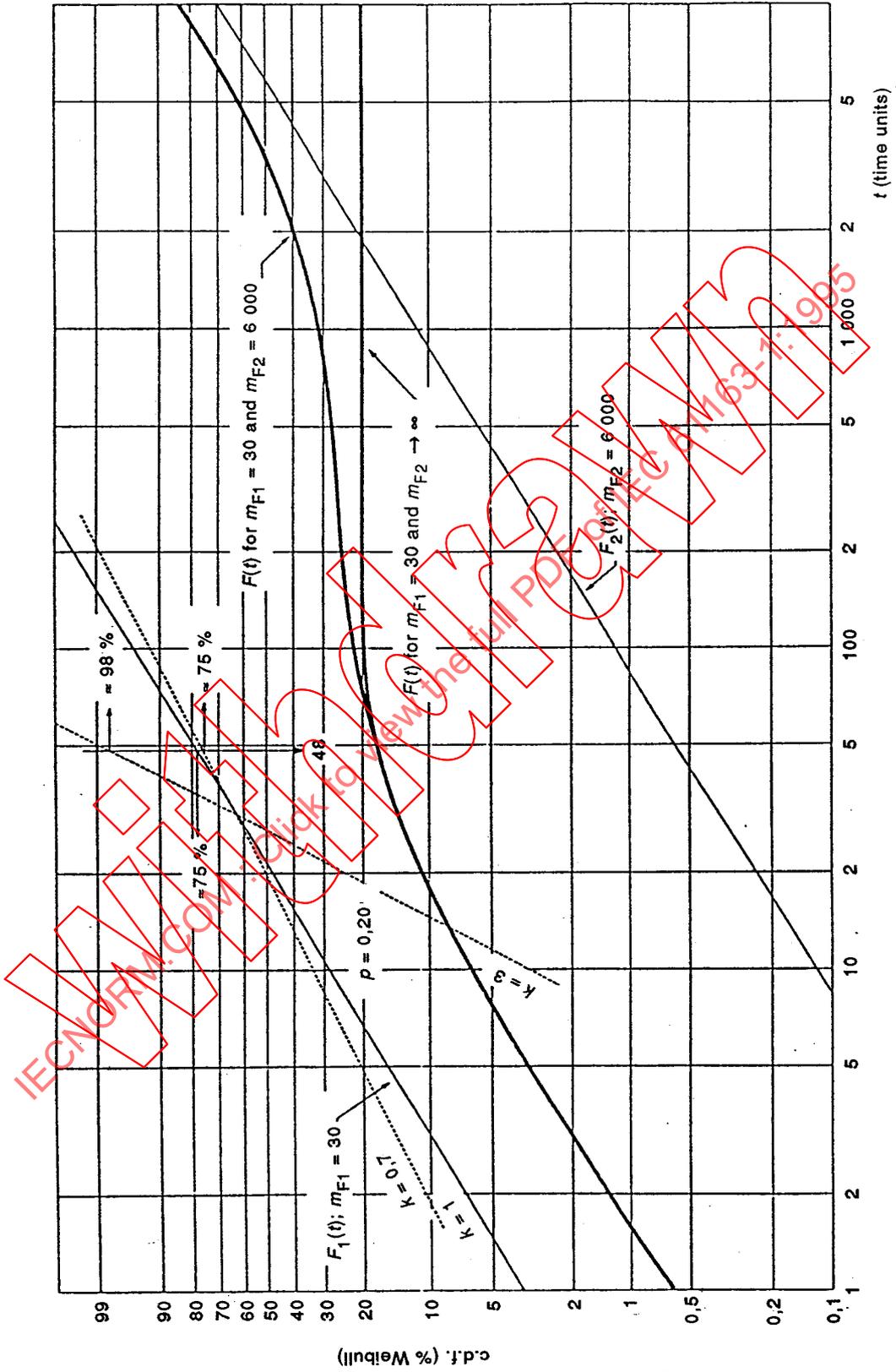


Figure F.3 – The c.d.f.'s for bimodal exponential distributions

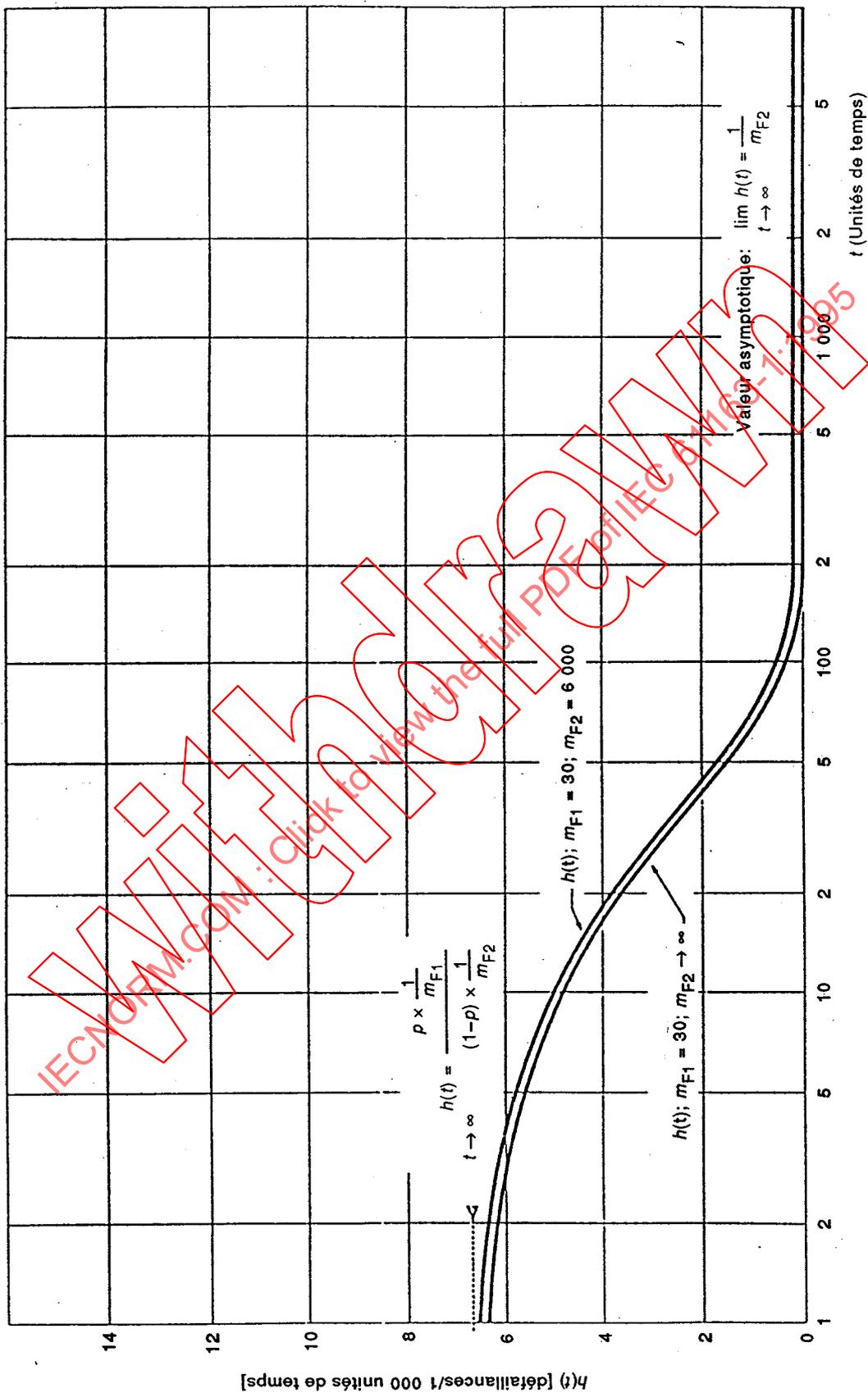


Figure F.4 – Taux de défaillance en fonction du temps lorsque la fonction de répartition cumulée est la somme de deux lois exponentielles

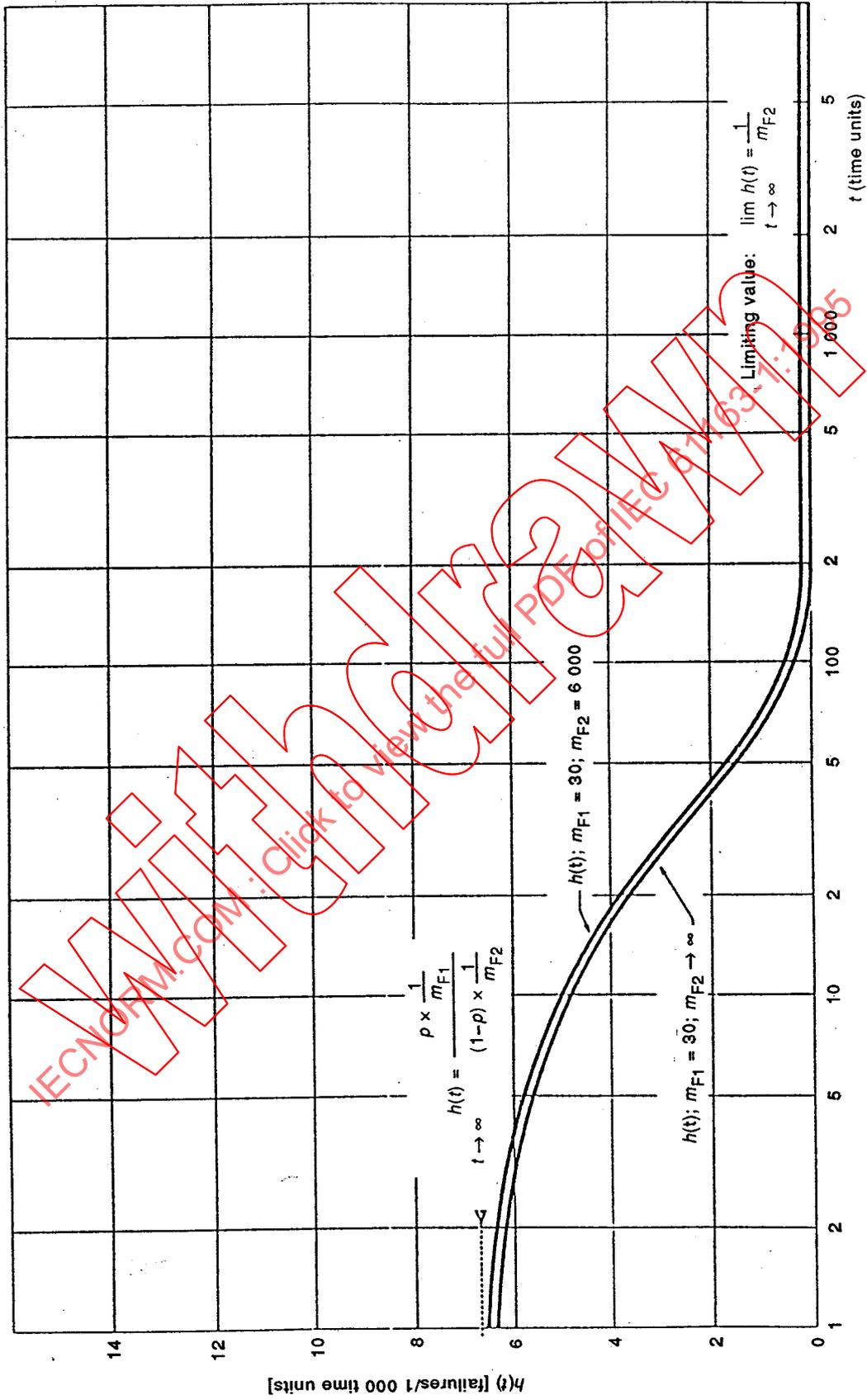


Figure F.4 – The hazard rate function for bimodal exponential distributions

Annexe G (informative)

Evaluation de la durée de la période sans défaillance et de la durée moyenne du déverminage

G.1 Principe du calcul du déverminage d'entités

Le traitement de déverminage recommandé dans cette norme est le suivant: chaque entité est soumise à des conditions de contraintes jusqu'à ce qu'elle ait fonctionné sans défaillance pendant une durée égale à celle de la période dite «sans défaillance» prévue T_M . Pendant l'épreuve sous contraintes, on surveille l'apparition des défaillances de l'entité. Lorsqu'une défaillance apparaît, l'entité est retirée de l'enceinte pour être réparée. Lorsqu'on a trouvé le composant défectueux et que l'on a terminé la réparation, l'entité est à nouveau placée sous contraintes et le traitement de déverminage reprend à partir d'un nouvel instant zéro. Finalement, lorsque la période sans défaillance T_M a été franchie avec succès, l'entité est retirée du déverminage. Après un contrôle final, elle est prête pour être livrée ou pour être assemblée suivant le degré d'intégration supérieur. Les figures 4 et 7 illustrent le processus.

Pour les besoins du calcul de l'optimisation du déverminage, on assimile l'entité à un système en série du point de vue de la fiabilité (on ne tient pas compte des redondances possibles; chaque défaillance doit être considérée comme une défaillance du système) les entités subissent un déverminage dont le but est d'extraire tous les composants fragiles. L'entité comprend un certain nombre de composants «parfaits», c'est-à-dire de composants ayant une probabilité de défaillance négligeable pendant la période de défaillances précoces et un nombre N de composants à risques ayant une fonction de répartition cumulée de défaillances assimilable à la somme de deux lois de Weibull. La figure G.1 montre la constitution de l'entité de base.

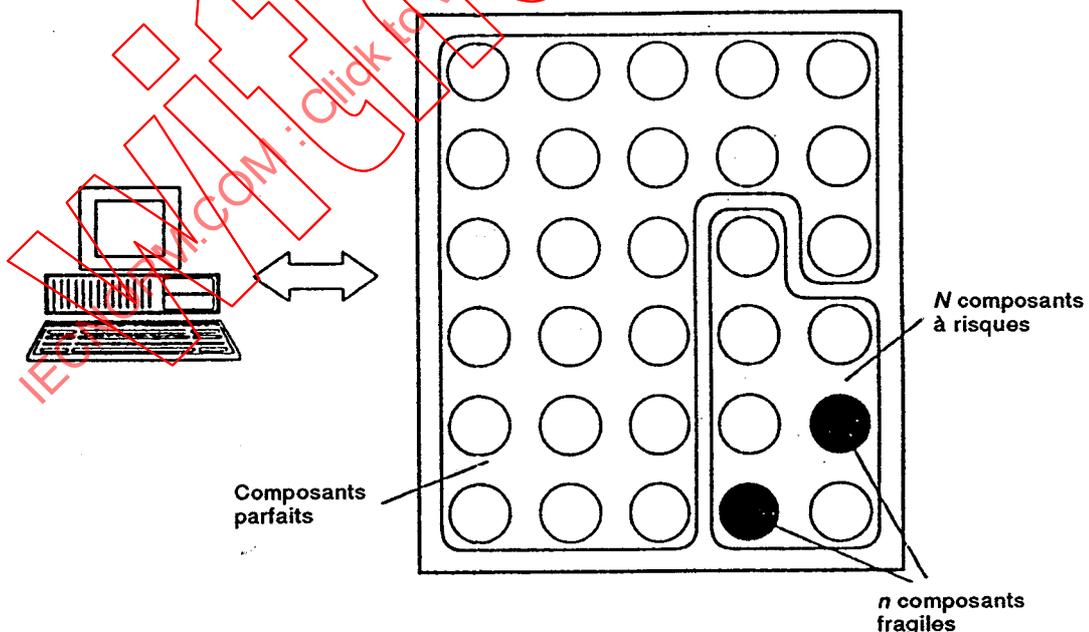


Figure G.1 - Entité de base

Annex G (informative)

Evaluation of the failure-free period and the average screening duration

G.1 The assembly model

The reliability screening process recommended in this standard is the following: each item is subjected to the stress condition until it has experienced a predesignated failure-free period T_M . During the stress conditioning, the item is monitored for failures. When a failure occurs, the item is taken out of conditioning to be repaired. When the failed component has been found, and the repair completed, the item is placed in conditioning again, and the "screening duration clock" is started from zero. Eventually, the item completes the "failure free" period T_M without failing, is taken out of the reliability screen, and, after a final inspection, is ready to leave the factory, or to go to the next assembly level. This process is illustrated by figures 4 and 7.

The item undergoes a reliability screening in order to weed out all weak components. For the purpose of screening optimization, the item is assumed to be a series system in the reliability sense, and every failure is considered a system failure, regardless of any redundancy. In the model, the item consists of a number of "perfect" components, that is components which have a negligible probability of failure during early life, and a number of rogue components, N , with bimodal failure distributions. The component failures in the series system are statistically independent. Figure G.1 illustrates the basic system.

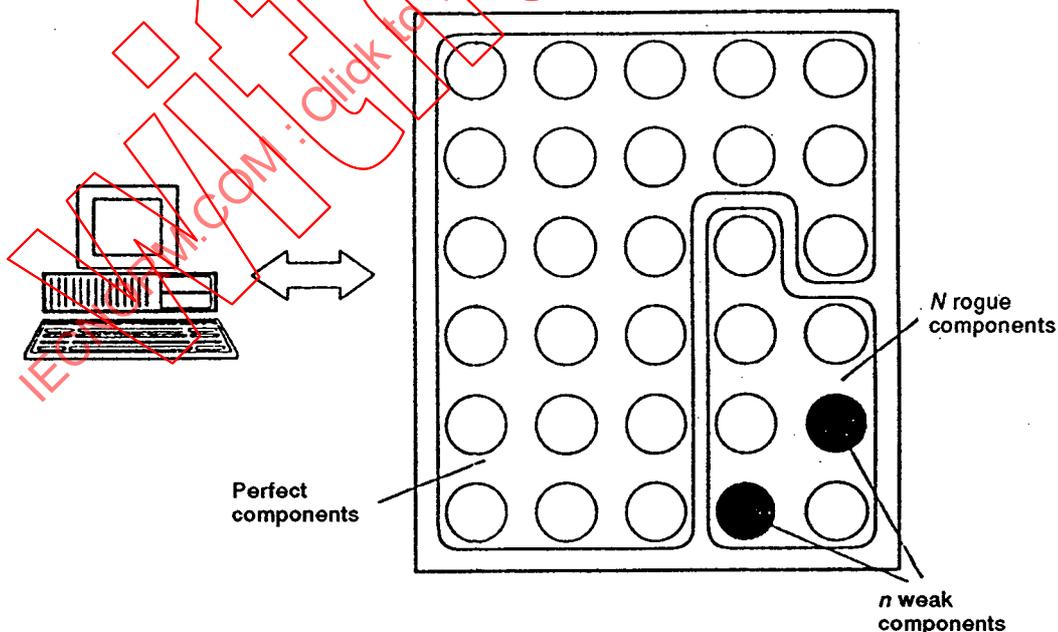


Figure G.1 – The basic system

On peut, en principe conduire l'analyse avec plusieurs classes de composants à risques dans l'ensemble des N composants. Cependant, la complication complémentaire qu'apporterait cette discrimination est rarement justifiée et nous supposons donc qu'il n'y a qu'une classe de composants à risques dont la fonction de répartition cumulée des défaillances est assimilable à la somme de deux lois exponentielles.

$$F(t) = p_c F_1(t) + (1 - p_c) F_2(t) = p_c (1 - e^{-\lambda_1 t}) + (1 - p_c) (1 - e^{-\lambda_2 t})$$

où

p_c est la proportion de composants fragiles

λ_1 est le taux de défaillance constant de la partie fragile de la population à risques

λ_2 est le taux de défaillance constant de la partie saine (la majorité des composants de la population à risques).

G.2 Justification des graphiques des durées pour l'évaluation de la période sans défaillance

Lorsqu'une seule entité est placée en déverminage nous ne connaissons pas exactement combien elle contient de composants fragiles. La plus faible valeur de ce nombre est zéro, la plus forte est N . Cependant, si nous connaissons la proportion de composants fragiles p_c et si nous supposons que les composants utilisés dans l'entité sont prélevés dans une population infiniment grande telle que p_c ne change pas lorsque l'on en prélève des composants le nombre de composants fragiles, n , dans l'entité suit alors une loi binomiale, c'est-à-dire:

$$\pi(i) = P(n=i) = \binom{N}{i} p_c^i (1 - p_c)^{N-i}$$

où $i = 0, 1, 2, \dots, N$

Le nombre de composants fragiles dans l'entité considérée peut être représenté par un vecteur de probabilité initiale, $\bar{\pi}_0$:

$$\bar{\pi}_0 = [\pi(0), \pi(1), \pi(2), \dots, \pi(i), \dots, \pi(N)]$$

Supposons un instant que le nombre réel de composants fragiles n parmi les N possibles soit connu. Si l'entité est placée en déverminage, la fonction de répartition cumulée des durées jusqu'à défaillance sera:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda_{sn} t}$$

où

$$\lambda_{sn} = n \lambda_1 + (N - n) \lambda_2 = n(\lambda_1 - \lambda_2) + N \lambda_2$$

Toutes les autres entités de ce type, avec le même nombre de composants fragiles, peuvent être décrites par la même équation et il n'y a aucune différence entre une entité neuve et une entité qui a été réparée. Ceci est dû à la propriété de la loi exponentielle, donc au taux de défaillances constant, qui est dépourvu «d'effet de mémoire». Nous disons que toutes ces entités sont dans le même état n .

Dans ce qui suit, nous considérerons ce que devient une entité à n composants fragiles pendant et après un déverminage. Si le système fonctionne sans défaillance pendant la période «sans défaillance» T_M , il contiendra encore n composants fragiles. Il est dans l'état n_{RE} après le déverminage, comme le montre la figure G.2.

In principle, the analysis may be carried out using several component classes within a total of N components. However, the additional computational effort in considering more than one rogue component class is very seldom justified. It is, therefore, assumed that only one rogue component class exists, with a bimodal time to failure distribution described by the mixed exponential:

$$F(t) = p_c F_1(t) + (1 - p_c) F_2(t) = p_c (1 - e^{-\lambda_1 t}) + (1 - p_c)(1 - e^{-\lambda_2 t})$$

where

p_c is the fraction of weak components

λ_1 is the constant failure rate of the weak subpopulation

λ_2 is the constant failure rate of the strong (main) subpopulation.

G.2 The principles behind the time graphs for evaluation of the failure free period

For a single item put on a reliability stress screening, it is not known exactly how many weak components are present. The lowest number is zero, the highest number is N . However, assuming the components in the item is to be taken from an "infinite" parent population, so that p_c is unchanged when components are removed therefrom, the number of weak components, n , in the item follows a binomial distribution, that is:

$$\pi(i) = P(n=i) = \binom{N}{i} p_c^i (1 - p_c)^{N-i}$$

where $i = 0, 1, 2, \dots, N$

The number of weak components in the assembly under consideration may thus be expressed by an initial probability vector, $\bar{\pi}_0$:

$$\bar{\pi}_0 = [\pi(0), \pi(1), \pi(2), \dots, \pi(i), \dots, \pi(N)]$$

Assume for the moment that the actual number of weak components, n , among the N possible, is known. If the item is put on the reliability screening, the cumulative distribution of times to failure will be:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda_{sn} t}$$

where

$$\lambda_{sn} = n \lambda_1 + (N - n) \lambda_2 = n(\lambda_1 - \lambda_2) + N \lambda_2$$

All other items of this type, with the same number of weak components, can be described by the same equation. Due to the properties of the components having a constant hazard rate, that is the failure pattern is "without memory", there is no difference between a new item and an item that has been repaired. All these items are said to be in the same state, n .

The following considers what happens to a system with n weak components during and after the stress screen. If the item survives the failure-free period, T_M , it will still contain n weak components. After the stress screen, it will be in the state n_{RE} (see figure G.2).

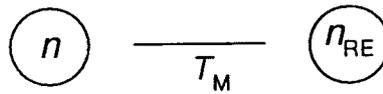


Figure G.2 – Entité constituée de n composants fragiles ayant fonctionné sans défaillance pendant un déverminage de durée T_M

L'entité peut avoir une défaillance pendant le déverminage; soit une défaillance d'un composant fragile, soit une défaillance d'un composant sain. Dans le premier cas, il reste alors $(n - 1)$ composants fragiles; dans le deuxième cas, il y a toujours n composants fragiles dans le système, comme le montre la figure G.3.

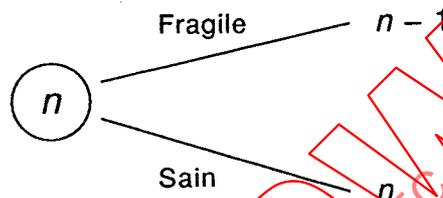


Figure G.3 – Etats possibles après une défaillance d'un composant pendant le déverminage

L'entité est maintenant réparée puis placée à nouveau en déverminage, soit avec un composant fragile, soit avec un composant sain. Lorsqu'elle est mise à nouveau sous contraintes de déverminage, elle peut alors être dans l'un des états $n-1$, n ou $n+1$, comme le montre la figure G.4.

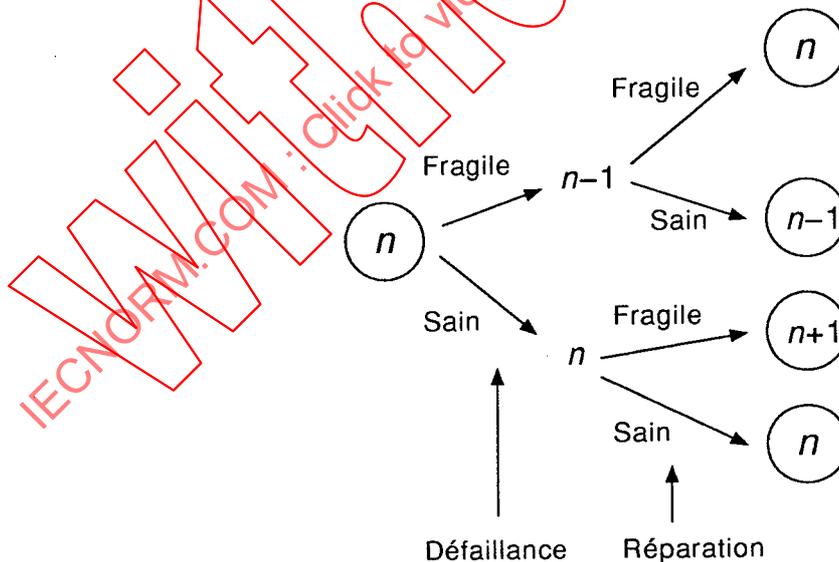


Figure G.4 – Etats de l'entité après défaillance puis réparation

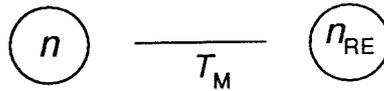


Figure G.2 – An item with n weak components surviving the screening period T_M

The item may fail during screening, either because a weak component fails, or because a strong component fails. If a weak component fails, then there are $n - 1$ weak components left. If a strong component fails, then there are still n weak components left in the system (see figure G.3).

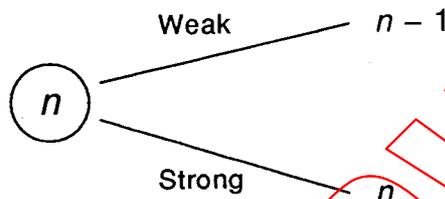


Figure G.3 – Possible states, when a component fails during the stress screening

The item is now repaired, using either a weak or a strong component. When the item is put on a new stress screening, it may now be either in the state $n-1$, n or $n+1$ (see figure G.4)

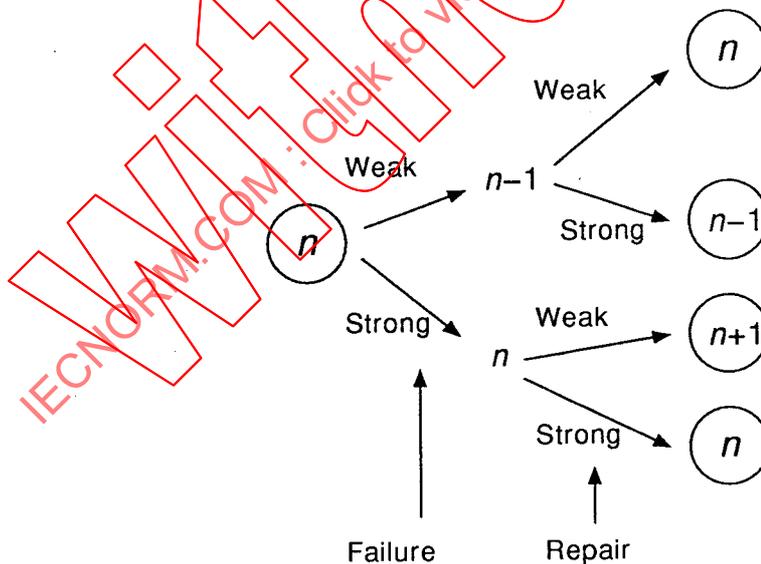


Figure G.4 – Item states after failure and repair

La probabilité pour que l'entité fonctionne sans défaillance jusqu'à la fin du déverminage est:

$$R_n = \exp [-(n \lambda_1 + (N-n) \lambda_2) T_M]$$

La probabilité de défaillance est:

$$F_n = 1 - R_n$$

Si une défaillance s'est produite, la probabilité pour que ce soit une défaillance d'un composant fragile est:

$$P_{(\text{fragile}, n)} = \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

La probabilité correspondante pour que ce soit un composant sain est:

$$P_{(\text{sain}, n)} = 1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

A chaque réparation, la probabilité de réparer à l'aide d'un composant fragile est p_c et la probabilité de réparer à l'aide d'un composant sain est $(1-p_c)$.

On peut maintenant écrire les probabilités de changement d'état pour une entité contenant n composants fragiles en appelant $P(n \rightarrow m)$ la probabilité de passer de n composants fragiles à m composants fragiles:

$$P(n \rightarrow n_{RE}) = R_n$$

$$P(n \rightarrow n+1) = F_{n, n+1} = F_n \times p_c \times \left[1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right]$$

$$P(n \rightarrow n) = F_{n, n} = F_n \times \left[(1-p_c) \left(1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right) + p_c \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right]$$

$$P(n \rightarrow n-1) = F_{n, n-1} = F_n (1-p_c) \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

Il faut maintenant chercher quel est l'état de l'entité après une période sans défaillance T_M .

Même si le nombre de composants fragiles avant le déverminage avait été parfaitement connu, le nombre de composants fragiles restant dans l'entité après le déverminage peut seulement être traduit par une probabilité.

L'efficacité du déverminage peut se traduire par le vecteur de probabilité $\bar{\pi}_{RE}$:

$$\bar{\pi}_{RE} = (0_{RE}, 1_{RE}, 2_{RE}, \dots, i_{RE}, \dots, N_{RE})$$

où i_{RE} est la probabilité d'avoir i composants fragiles dans l'entité après le déverminage.

On peut calculer l'efficacité du déverminage grâce à la technique des chaînes de Markov qui permet d'écrire les équations mathématiques du processus de défaillances et de réparations que l'on vient de présenter (voir CEI 1165).

The probability that the item will complete the screen without failure is

$$R_n = \exp [-(n \lambda_1 + (N-n) \lambda_2) T_M]$$

The probability of failure is

$$F_n = 1 - R_n$$

If a failure has occurred, then the probabilities of it occurring in a weak component or in a strong component are, respectively:

$$P_{(\text{weak}, n)} = \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

$$P_{(\text{strong}, n)} = 1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

When a repair is made, the probability of introducing a weak component is p_c , and the probability of introducing a strong component is $(1-p_c)$.

It is now possible to write down the probability of state transitions within an item containing n weak components, $P(n \rightarrow m)$ being the notation for the probability of transition of a state where there are n weak components to a state where there are m weak components:

$$p(n \rightarrow n_{RE}) = R_n$$

$$p(n \rightarrow n+1) = F_{n,n+1} = F_n \times p_c \times \left[1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right]$$

$$p(n \rightarrow n) = F_{n,n} = F_n \times \left[(1-p_c) \left(1 - \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right) + p_c \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}} \right]$$

$$p(n \rightarrow n-1) = F_{n,n-1} = F_n (1-p_c) \frac{n \lambda_1}{\lambda_{sn}}$$

The question now is: what will be the state of the item after a failure-free period of T_M ?

Even if the number of weak components before the stress screen should actually be known, the number of weak components remaining in the item after the screen has been successfully completed can only be expressed as a probability.

The effectiveness of the screen is contained in the probability vector $\bar{\pi}_{RE}$:

$$\bar{\pi}_{RE} = (0_{RE}, 1_{RE}, 2_{RE}, \dots, i_{RE}, \dots, N_{RE})$$

where i_{RE} is the probability of having i weak components in the item after the screen.

The evaluation of screening effectiveness may be performed using the theory of Markov chains to mathematically describe the failure/repair situation illustrated above (see IEC 1165).

Le résultat du calcul à partir des chaînes de Markov est une matrice \bar{B} contenant les probabilités pour passer d'un état à un autre après un déverminage.

La matrice \bar{B} et le vecteur des probabilités initiales $\bar{\pi}_0$ sont alors liés par:

$$\bar{\pi}_{RE} = \bar{\pi}_0 \times \bar{B}$$

En supposant que le taux de défaillances des composants sains λ_2 est nul (voir l'annexe F) et que la réparation est parfaite (la probabilité d'introduire un nouveau type de fragilité pendant la réparation est nulle), il est commode de représenter les résultats des calculs des chaînes de Markov par des graphiques comme celui de la figure G.5.

Sur un tel graphique des durées, on trouve en ordonnée la probabilité p_B qu'il subsiste un ou plusieurs composants fragiles dans l'entité à l'issue de la période sans défaillance T_M . En d'autres termes, c'est exactement la probabilité d'une défaillance précoce.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1.pdf

Without2M

The outcome will be the Markov result matrix, \bar{B} , in which the probabilities of going from one state to another as a result of a complete screening can be read.

The Markov result matrix, \bar{B} , and the initial probability vector, $\bar{\pi}_0$ then gives:

$$\bar{\pi}_{RE} = \bar{\pi}_0 \times \bar{B}$$

With the assumption $\lambda_2 = 0$ (see annex F) and perfect repair, $p_R = 0$, (p_R is the probability of introducing a new type of weakness by the repair), the results of the Markov computations can conveniently be put into graphs, such as figure G.5.

The vertical scale on such a time graph is the probability p_B of one or more weak components remaining in the item after a failure-free period of T_M has been demonstrated. It is basically the probability of an early field failure.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-1:1995

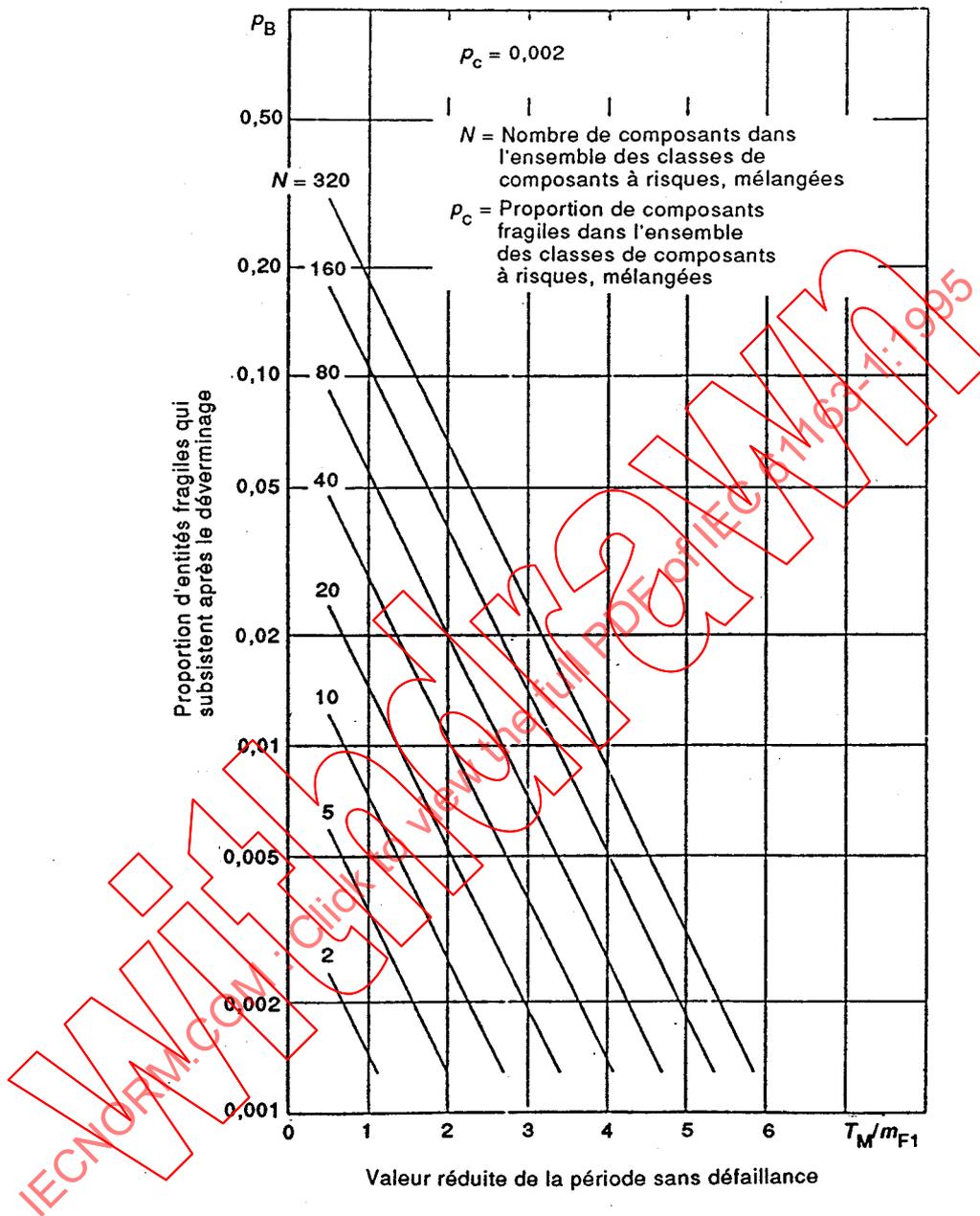


Figure G.5 – Graphique des durées pour évaluer la période de déverminage sans défaillance

En abscisse, on trouve sur ce graphique la période sans défaillance réduite, rapportée à $m_{F1} = 1/\lambda_1$ qui est la durée moyenne jusqu'à défaillance des composants fragiles dans la classe des composants à risques. On a donc :

$$\text{Abscisse } A = \frac{T_M}{m_{F1}} \text{ ou encore } T_M = A \times m_{F1}$$

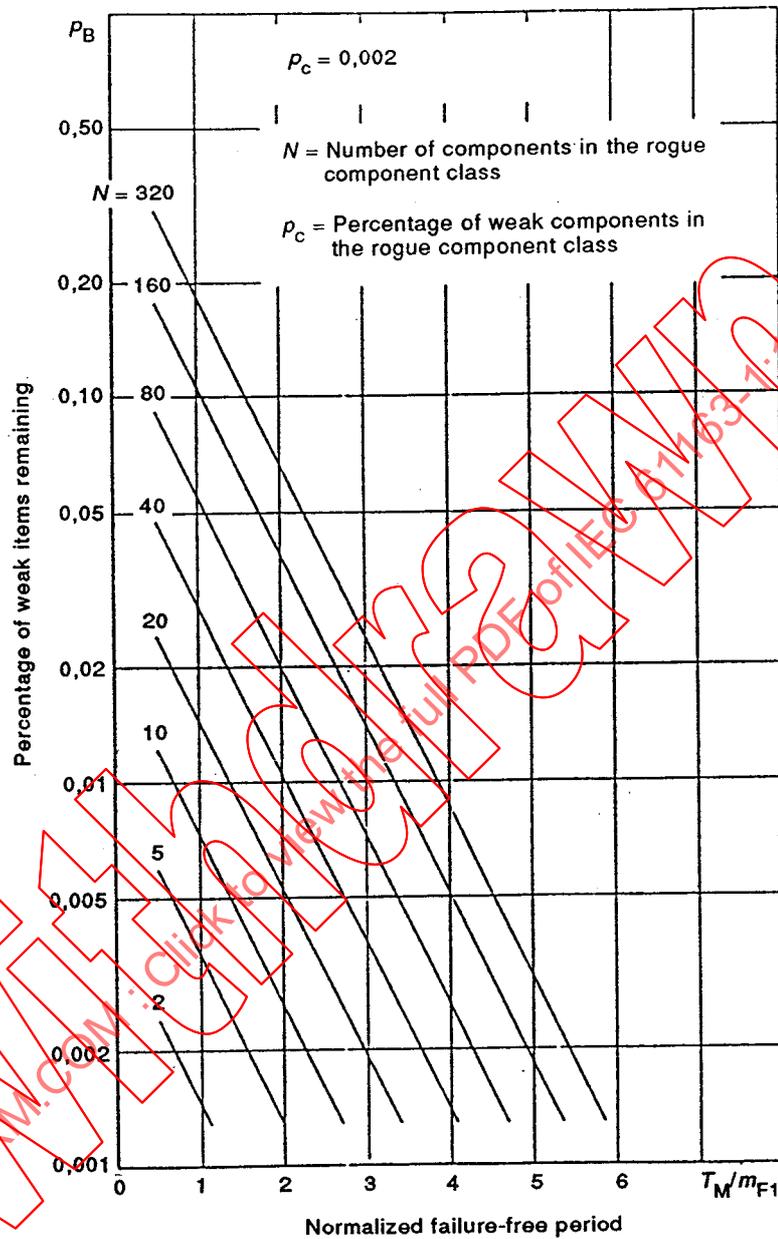


Figure G.5 – Time graph for evaluation of the failure-free screening period

The horizontal scale on the time graph is the failure-free period normalized with respect to $m_{F1} = 1/\lambda_1$, the mean time to failure of the weak components in the rogue component class. That is:

$$\text{Abscissa } A = \frac{T_M}{m_{F1}}, \text{ or, } T_M = A \times m_{F1}$$

Pour en faciliter la lecture et l'utilisation, les graphiques sont établis pour une valeur particulière de p_c . Cependant, le même graphique est utilisable pour une valeur différente de p_c si l'on change en même temps les valeurs marquées de N , de telle sorte que le produit $p_c \times N$ reste le même. Par exemple, sur la figure G.5, le graphique est utilisable pour 0,0002, au lieu de 0,002, à condition de multiplier par 10 toutes les valeurs. Les courbes seront alors marquées $N = 3\ 200, 1\ 600, 800, 400, \dots, 50$.

G.3 Estimation de la durée moyenne de déverminage

Afin de pouvoir faire une analyse des coûts et des gains d'un déverminage il est important de connaître la durée moyenne du déverminage par entité, soit T_B .

Comme précédemment, on peut obtenir cette caractéristique importante à l'aide de la technique des chaînes de Markov. On calcule d'abord un vecteur \bar{T}_n qui donne le nombre de fois (y compris la première fois) que les entités doivent subir les contraintes avant de pouvoir fonctionner sans défaillance pendant une durée T_M , connaissant le nombre de composants fragiles avant le déverminage.

En multipliant le vecteur $\bar{\pi}_0$ des probabilités initiales par \bar{T}_n , on trouve la moyenne du nombre prévu de fois qu'une entité doit subir les contraintes avant de pouvoir fonctionner sans défaillance pendant T_M .

La durée moyenne de déverminage est alors:

$$T_B = \bar{\pi}_0 \times \bar{T}_n \times T_M$$

et sa valeur réduite rapportée à m_{F1} vaut:

$$\frac{T_B}{m_{F1}} = \bar{\pi}_0 \times \bar{T}_n \times \frac{T_M}{m_{F1}}$$

Comme pour l'estimation de la période sans défaillance, les graphiques des durées sont très utiles pour des applications pratiques. Les figures G.6a à G.6h donnent les graphiques des durées T_B correspondant aux graphiques des durées T_M de 6.3.

Un exemple pratique d'utilisation des graphiques est donné dans l'annexe H.

For readability and ease of use the graphs are drawn for a specific value of p_c . However, the value of p_c may be changed on any graph if at the same time the values of N marked on the graph are changed so that $p_c N = \text{constant}$ in every case. As an example, if, on figure G.5, p_c is changed from 0,002 to 0,0002, then all N values must be multiplied by 10, so that the curves will be marked $N = 3\ 200, 1\ 600, 800, 400, \dots 50$.

G.3 Estimation of the average screening duration

For cost/benefit analysis of the reliability stress screening, the average screening duration T_B per item must be estimated.

This important figure may also be derived from the Markov analysis. As the first step, a vector \bar{T}_n is derived giving the number of times (including the first time) the items are expected to experience the stress conditions before completing the failure-free period T_M , given the number of weak items before the screen.

Multiplying the initial probability vector $\bar{\pi}_0$ with \bar{T}_n gives the average number of times the items are expected to go on the screening test before completing the failure free period T_M .

The average screening duration then becomes

$$T_B = \bar{\pi}_0 \times \bar{T}_n \times T_M$$

or normalized with respect to m_{F1}

$$\frac{T_B}{m_{F1}} = \bar{\pi}_0 \times \bar{T}_n \times \frac{T_M}{m_{F1}}$$

For evaluation of the failure free period, time graphs are very convenient for practical purposes. Figures G.6a to G.6h on the following pages show T_B time graphs corresponding to the T_M time graphs in 6.3. The practical use of the time graphs is illustrated in annex H.

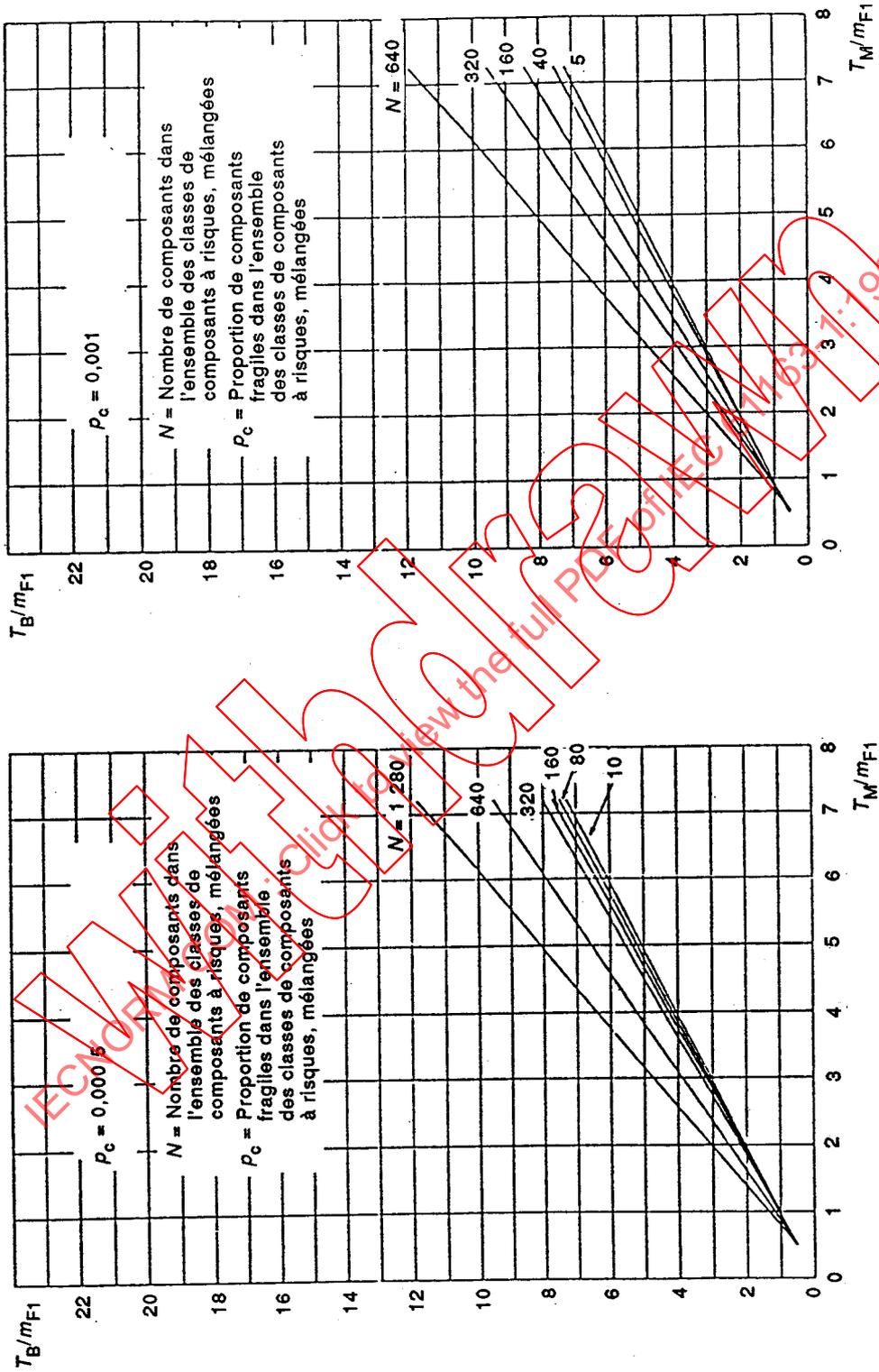


Figure G.6a

Figure G.6b

Figure G.6 – Durée moyenne du déverminage en fonction de la période sans défallance réduite $\frac{T_M}{m_{F1}}$

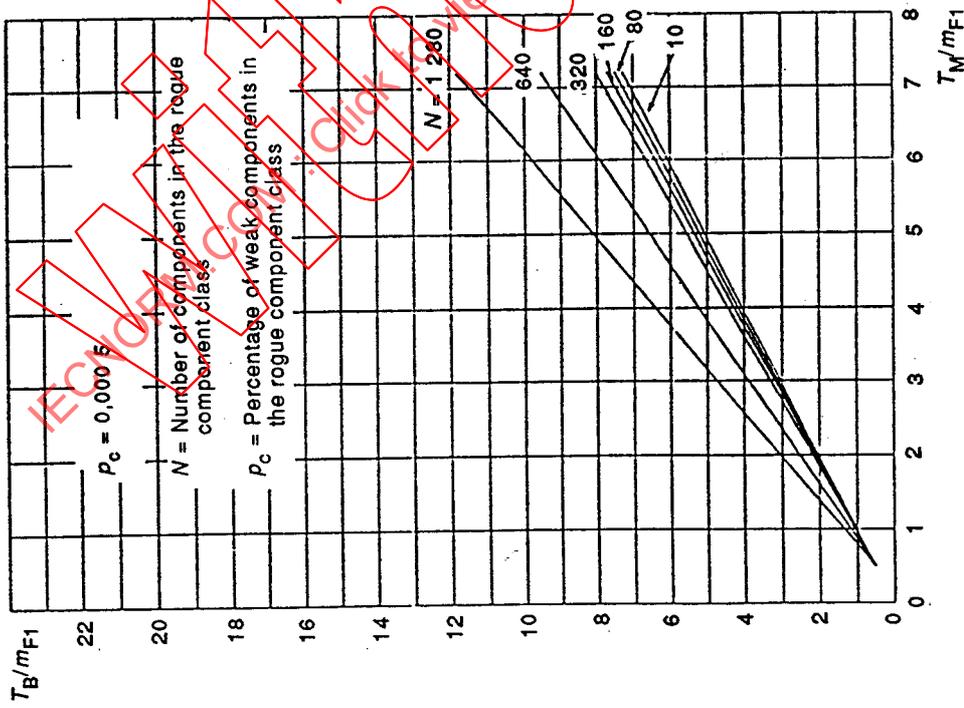
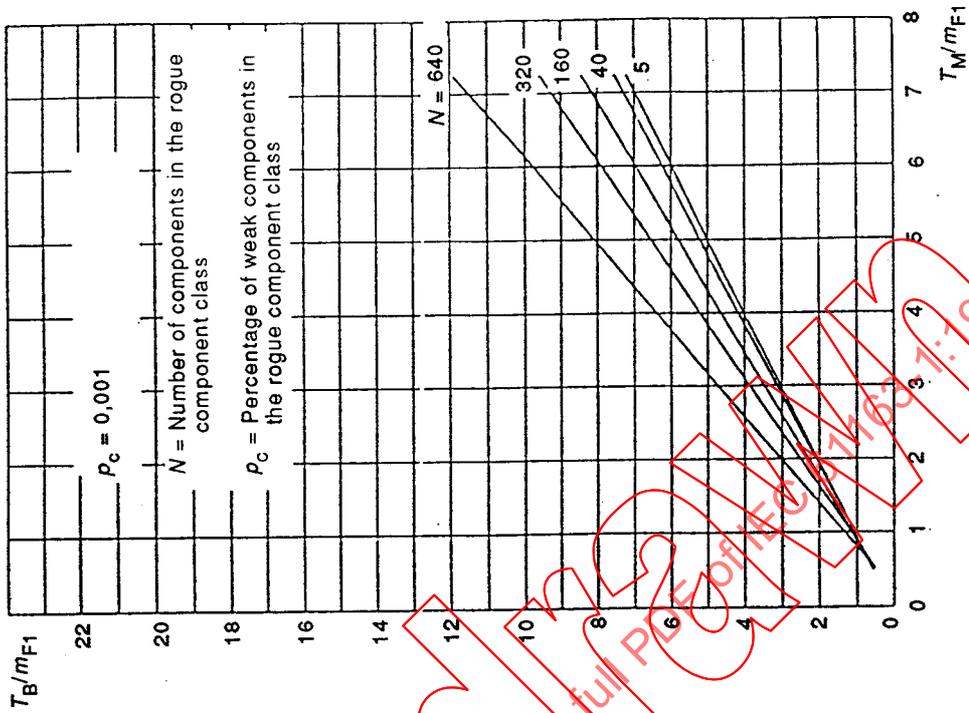


Figure G.6a

Figure G.6b

Figure G.6 -- Average screening duration versus the normalized failure-free period $\frac{T_M}{m_{F1}}$

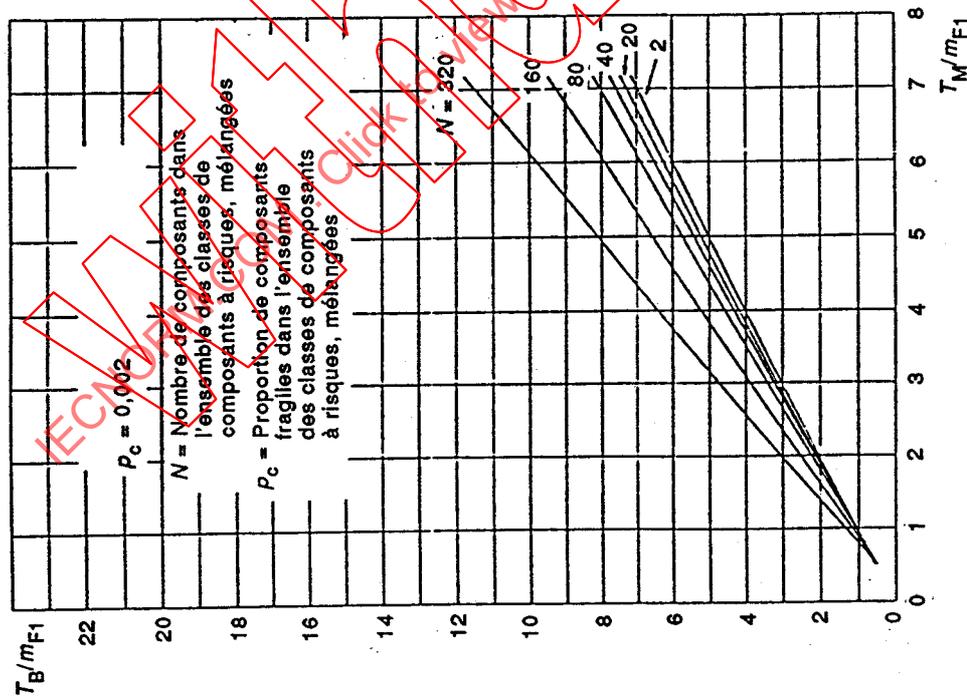
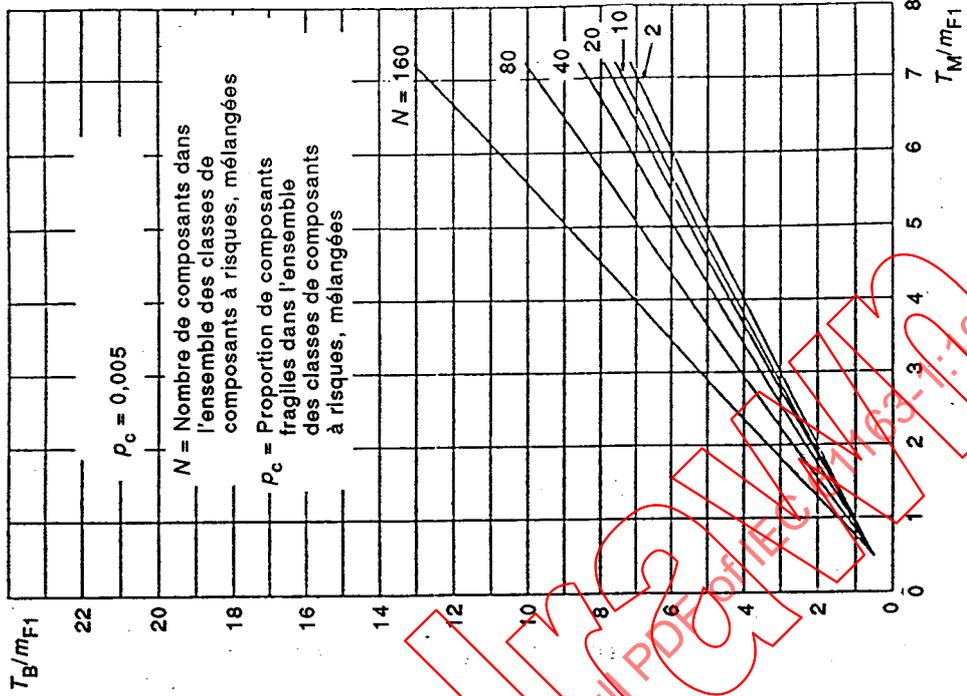


Figure G.6d

Figure G.6c

Figure G.6 – Durée moyenne du déverminage en fonction de la période sans défaillance réduite (suite) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

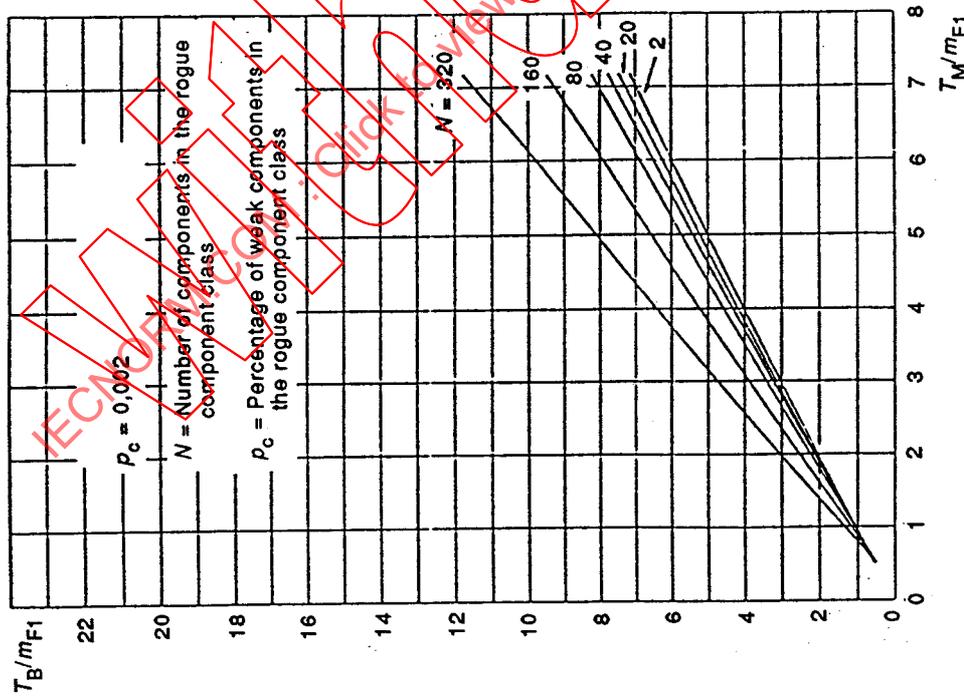
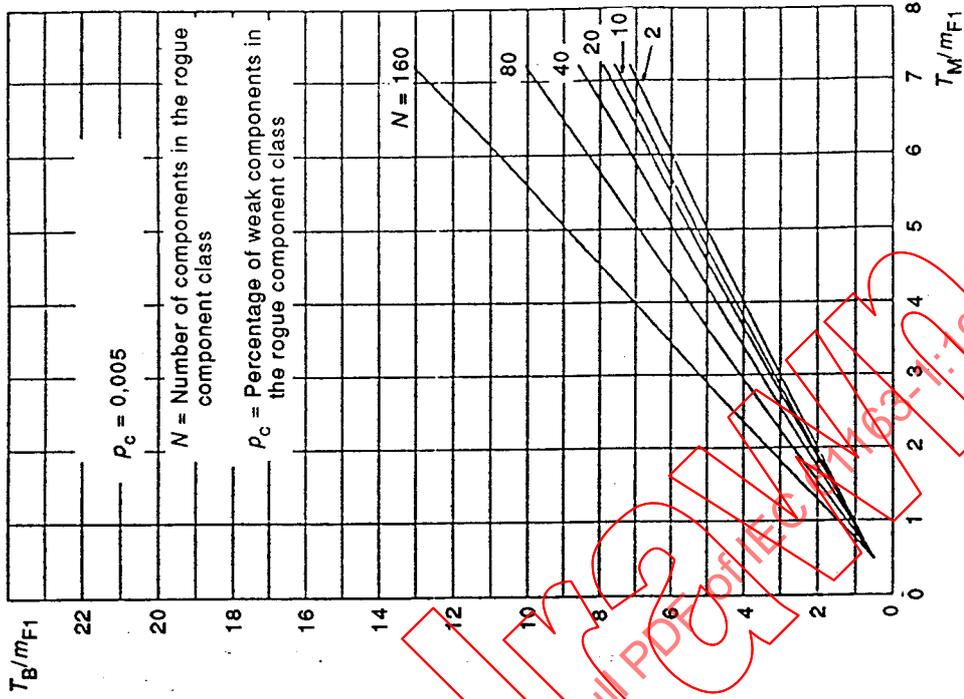


Figure G.6d

Figure G.6c

Figure G.6 – Average screening duration versus the normalized failure-free period (continued) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

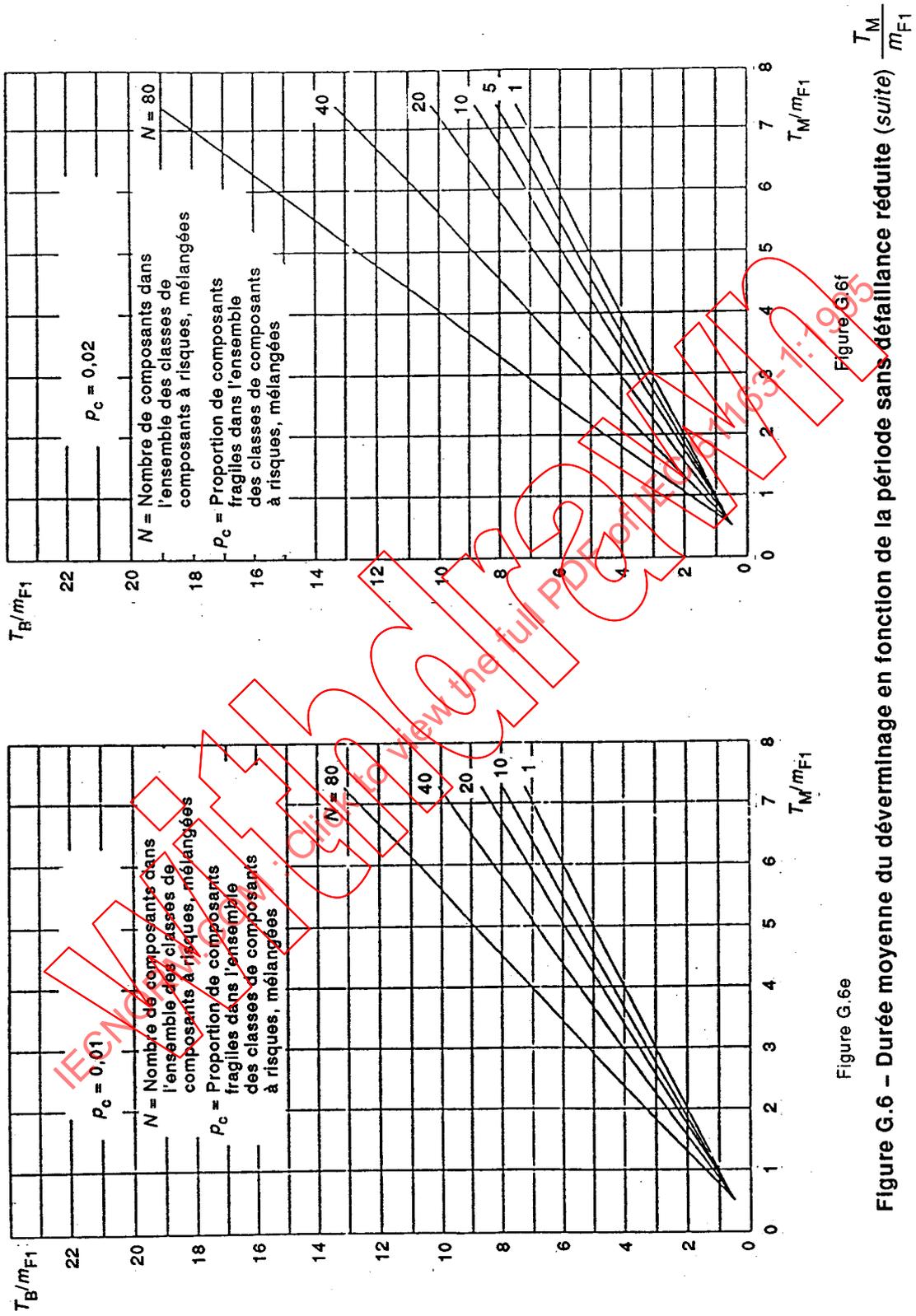


Figure G.6e

Figure G.6f

Figure G.6 – Durée moyenne du déverminage en fonction de la période sans défaillance réduite (suite) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

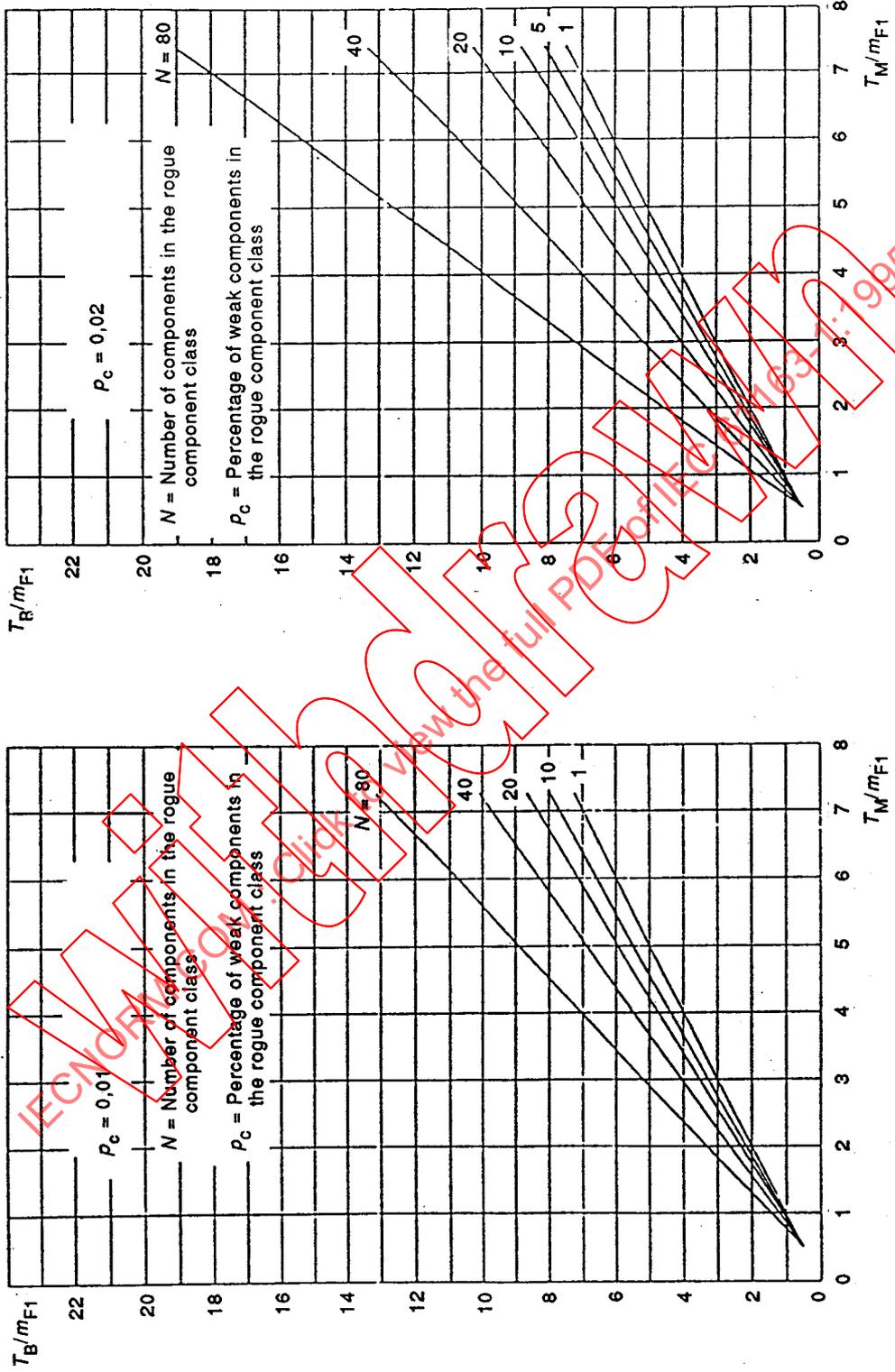


Figure G.6f

Figure G.6e

Figure G.6 – Average screening duration versus the normalized failure-free period (continued) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

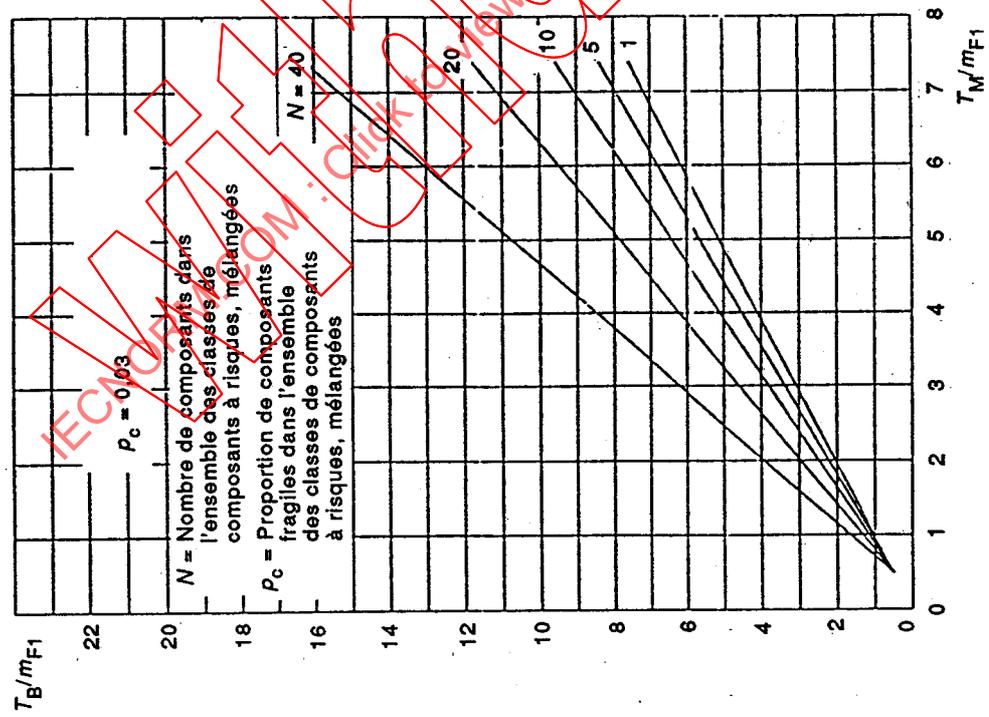
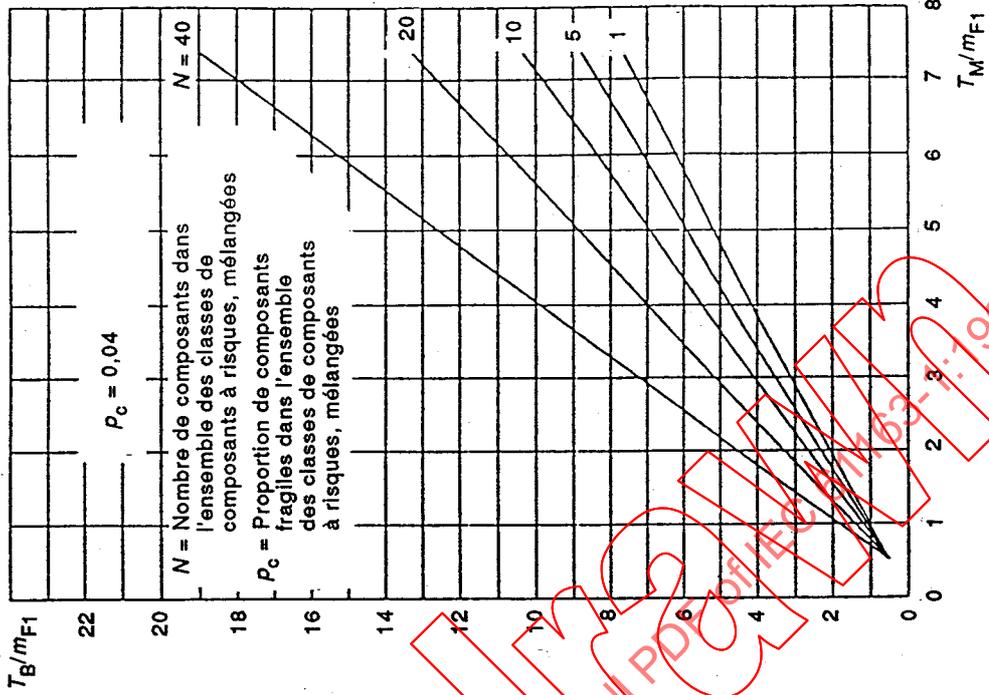


Figure G.6g

Figure G.6h

Figure G.6 - Durée moyenne du déverminage en fonction de la période sans défaillance réduite (fin) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

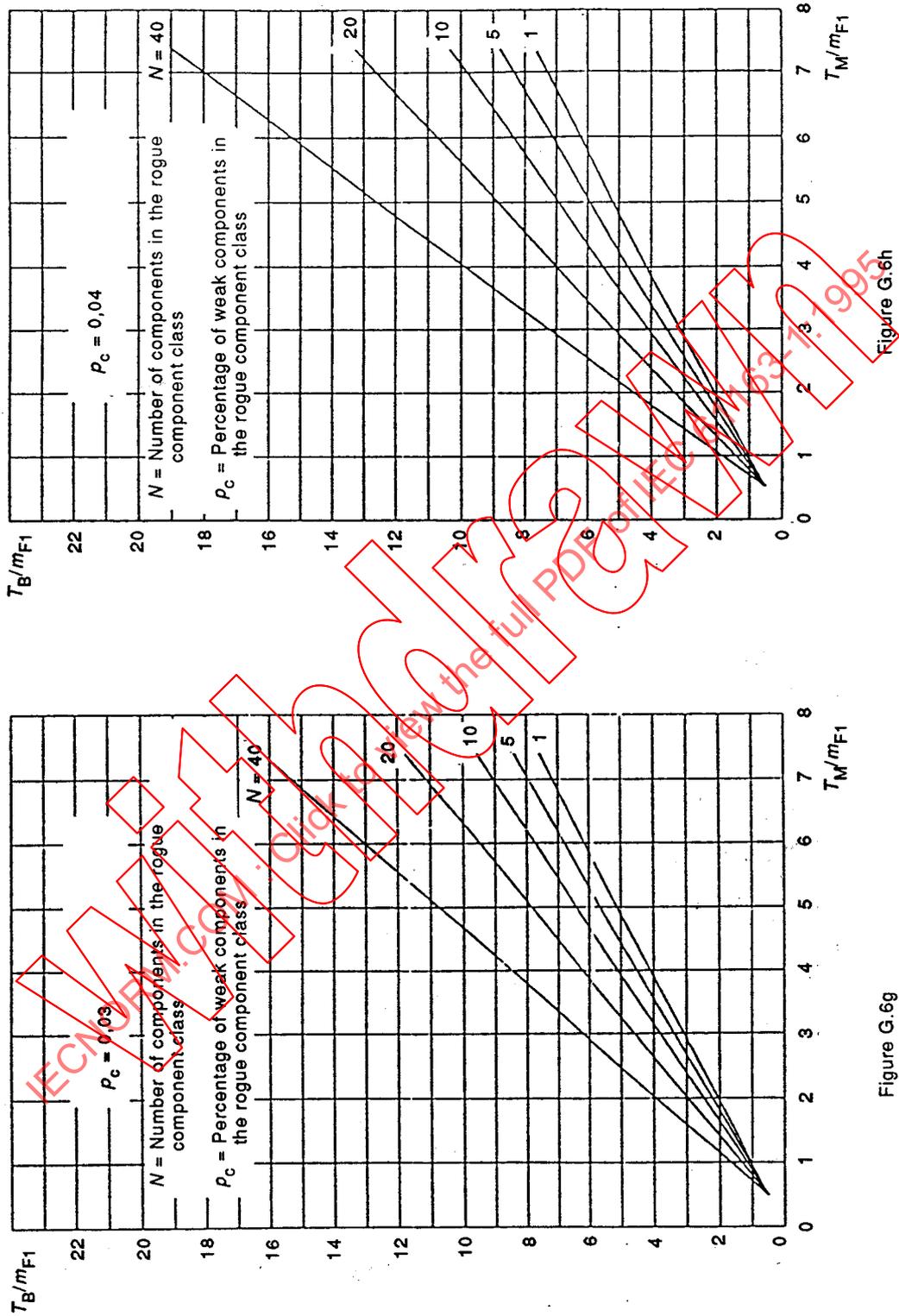


Figure G.6g

Figure G.6h

Figure G.6 – Average screening duration versus the normalized failure-free period (concluded) $\frac{T_M}{m_{F1}}$

Annexe H (informative)

Démonstration de la méthode par un exemple

H.1 Présentation de l'exemple

L'entité considérée est un circuit imprimé comprenant 175 composants. C'est un sous-ensemble d'un nouveau produit et sa conception est conforme aux règles de conception normales de l'entreprise. Les composants utilisés sont bien connus des concepteurs d'après l'expérience acquise sur des produits précédents qui étaient destinés à un marché et à des utilisateurs à peu près semblables. Les conditions d'exploitation sont celles d'un équipement d'intérieur à usage fixe. Sous ces conditions d'utilisation, le produit ne subira pas de vibrations ni de chocs de valeurs significatives et la température et l'humidité seront maintenues dans des limites convenant au confort du personnel travaillant dans la même salle. L'entité a été conçue pour fonctionner correctement avec une température ambiante comprise entre 5 °C et 70 °C.

On sait, d'après l'expérience acquise, que les circuits intégrés CMOS et les transistors de puissance sont sujets à des défaillances précoces dues à des défauts internes. Dans l'entité, il y a 16 circuits intégrés et 8 transistors de puissance sur 175 composants au total. Les circuits intégrés et les transistors sont à enrobage en plastique.

Dans le but d'établir un programme de déverminage pour le nouveau produit il est décidé d'optimiser un traitement de déverminage sous contraintes de l'entité, conformément à la présente norme.

H.2 Préparation du déverminage sous contraintes des entités

Le degré d'intégration auquel s'applique le traitement de déverminage considéré est le sous-ensemble chez le constructeur du système (voir la figure 3). La préparation du déverminage comprend un certain nombre d'étapes essentielles.

ETAPE 1 – Spécifier la proportion maximale admissible d'entités fragiles (voir la figure 2). A cet effet, on prend comme point de départ les exigences qui s'appliquent au système complet dont l'entité est un constituant. Dans le cas présent, aucune autre partie du système ne donne lieu à des défaillances précoces. De ce fait, la proportion admissible des entités fragiles qui resteront après le déverminage est la même pour le système et pour l'entité. Afin de satisfaire aux exigences du marché on prend:

$$p_B = 0,02 = 2 \%$$

ETAPE 2 – Déterminer la proportion réelle des entités fragiles (voir la figure 2). Les calculs nécessaires ont été donnés en 6.2.2, étapes 1 et 2. Dans le cas présent, il y a deux classes de composants à risques: les circuits intégrés et les transistors de puissance. L'expérience précédente a montré qu'environ 1 % des circuits intégrés et 0,5 % des transistors ont des défaillances précoces. En prenant la plus forte des deux valeurs, on obtient la proportion de composants fragiles dans les deux classes de composants à risques, classes que l'on suppose mélangées.

$$p_C \approx 1 \% = 0,01$$

Annex H (informative)

Worked-through example

H.1 The case

The item under consideration is a printed board assembly (PBA) equipped with 175 components. It serves as a subsystem in a new product, and has been designed in accordance with the manufacturer's standard design rules. The components in use are well-known by the designers from experience with previous products aimed for roughly the same market and end users. The field conditions can be characterized as stationary indoor use. Under working conditions, the product will not be exposed to significant levels of vibration and shock. The temperature and humidity are maintained within limits suitable for the comfort of personnel in the same room. The PBA has been designed for correct functioning within an ambient temperature interval from 5 °C to 70 °C.

From previous experience, it is known that CMOS integrated circuits (ICs) and power transistors exhibit early failures, due to flaws in the components. In the present PBA, there are 16 ICs and eight power transistors among the total of 175 components. The ICs as well as the transistors, are plastic encapsulated.

For the purpose of planning a reliability screening programme for the new product, it is decided to optimize a reliability stress screening process for the PBA in accordance with this standard.

H.2 Planning of a reliability stress screening process for the PBAs

The screening process under consideration is to be performed at the subsystem level of the system manufacturer (see figure 3). The planning comprises a number of main steps.

STEP 1 – Specify the maximum allowable fraction of weak items (see figure 2). This step is performed by looking at the requirements for the end product in which the PBA is to serve. In the present case, no other parts of the end product contribute to early failures. Therefore, the acceptable fraction of weak items, p_B , remaining after reliability screening is the same for the end product and the PBA. In order to fulfill market requirements, a value for p_B is chosen:

$$p_B = 0,02 = 2 \%$$

STEP 2 – Evaluate the actual fraction of weak items (see figure 2). Calculations as outlined in 6.2.2, steps 1 and 2, are required. In the present case, there are two rogue component classes: ICs and power transistors. Previous experience shows that about 1 % of the ICs and about 0,5 % of the transistors fail early. Using the highest value gives the fraction of weak components in the rogue component classes lumped together:

$$p_c \approx 1 \% = 0,01$$

Avec 24 composants (16 circuits intégrés et 8 transistors) dans la classe «anonyme» de composants à risques, la proportion d'entités fragiles avant le déverminage est alors

$$p_s = 1 - (1 - p_c)^N = 1 - (1 - 0,01)^{24} = 0,214$$

Le déverminage est donc nécessaire d'après l'inégalité:

$$p_s \approx 0,21 \gg p_B = 0,02$$

Autrement dit, on doit réduire d'un ordre de grandeur la proportion des défaillances précoces avant de monter l'entité sur le système complet.

ETAPE 3 – Chercher ensuite les conditions de contraintes en se reportant à la méthode présentée en 6.1.1. On déterminera d'abord les défauts redoutés. On s'attend à ce qu'elles soient créées pendant le montage des composants.

Pour les circuits intégrés, les phénomènes suivants peuvent apparaître:

- détérioration partielle des oxydes minces par surcharges électrostatiques survenant pendant les manipulations au cours des opérations de production;
- formation de crevasses dans l'enrobage parce que les opérations de montage qui sont manuelles sont difficiles à mettre en oeuvre;

Pour les transistors, le phénomène suivant peut apparaître:

- formation de crevasses dans l'enrobage parce que les opérations de montage qui sont manuelles sont difficiles à mettre en oeuvre.

Dans ce cas, l'équipe de direction a examiné la situation; elle est arrivée aux conclusions suivantes:

- on considère qu'il n'est pas rentable de remplacer le déverminage par une amélioration des processus de production visant à réduire la proportion de défauts créés¹⁾;
- aucune de ces fragilités ne peut être supprimée par des modifications de la conception¹⁾;
- les défauts redoutés ne peuvent être efficacement éliminés par un contrôle pendant la production¹⁾.

D'après les annexes A à E, on peut dresser le tableau H.1 ci-après qui donne la correspondance entre les défauts précédents et leur sensibilité aux différentes contraintes possibles.

D'après les indications du tableau H.1, il a été décidé de retenir une combinaison: de température de valeur élevée, de cycles de température froid/chaud et de fonctionnement permanent, comme conditions de contraintes les plus rentables.

¹⁾ On ne doit pas considérer ces cas comme des cas généraux dans l'industrie. C'est seulement un exemple pour illustrer les étapes de la méthode.