

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
605-7**

Première édition  
First edition  
1978

---

---

**Essai de fiabilité des équipements**

**Partie 7:**

Plans d'échantillonnage pour confirmer le taux de défaillance et la moyenne des temps de bon fonctionnement dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant

**Equipment reliability testing**

**Part 7:**

Compliance test plans for failure rate and mean time between failures assuming constant failure rate



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 605-7: 1978

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

## Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
605-7

Première édition  
First edition  
1978

---

---

**Essai de fiabilité des équipements**

**Partie 7:**

Plans d'échantillonnage pour confirmer le taux de défaillance et la moyenne des temps de bon fonctionnement dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant

**Equipment reliability testing**

**Part 7:**

Compliance test plans for failure rate and mean time between failures assuming constant failure rate

© CEI 1978 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

S

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	6
2. Caractéristiques de fiabilité à prendre en compte . . . . .	6
3. Plans d'échantillonnage et méthode générale d'essai . . . . .	8
3.1 Types de plans d'échantillonnage . . . . .	8
3.2 Méthode générale d'essai . . . . .	8
3.3 Calcul du temps d'essai cumulé à prendre en compte . . . . .	8
4. Essais progressifs . . . . .	12
4.1 Caractéristiques des plans d'essais progressifs . . . . .	12
4.2 Tableaux et graphiques des plans d'échantillonnage pour les essais progressifs . . . . .	12
Plan d'échantillonnage 4:1 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	14
»       »       4:2 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	16
»       »       4:3 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	18
»       »       4:4 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 5$ ) . . . . .	20
»       »       4:5 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	22
»       »       4:6 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	24
»       »       4:7 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	26
»       »       4:8 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	28
»       »       4:9 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	30
»       »       4:10 ( $\alpha = 35\%$ $\beta = 40\%$ $D_m = 1,25$ ) . . . . .	32
5. Essais tronqués-censurés . . . . .	34
5.1 Caractéristiques des plans d'essais tronqués-censurés . . . . .	34
5.2 Tableau et graphiques des plans d'échantillonnage pour les essais tronqués-censurés . . . . .	34
Plan d'échantillonnage 5:1 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	36
»       »       5:2 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	36
»       »       5:3 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	36
»       »       5:4 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 5$ ) . . . . .	36
»       »       5:5 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	38
»       »       5:6 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	38
»       »       5:7 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	38
»       »       5:8 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 1,5$ ) . . . . .	40
»       »       5:9 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	40
»       »       5:10 ( $\alpha = 35\%$ $\beta = 40\%$ $D_m = 1,25$ ) . . . . .	40

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
Clause	
1. Scope . . . . .	7
2. Relevant reliability characteristics . . . . .	7
3. Statistical test plans and general test procedure . . . . .	9
3.1 Types of test plans . . . . .	9
3.2 General test procedure . . . . .	9
3.3 Calculation of accumulated relevant test time . . . . .	9
4. Sequential test plans . . . . .	13
4.1 Sequential test plan characteristics . . . . .	13
4.2 Tables and graphs of the sequential test plans . . . . .	13
Test plan 4:1 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	14
" " 4:2 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	16
" " 4:3 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	18
" " 4:4 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 5$ ) . . . . .	20
" " 4:5 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	22
" " 4:6 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	24
" " 4:7 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	26
" " 4:8 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	28
" " 4:9 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	30
" " 4:10 ( $\alpha = 35\%$ $\beta = 40\%$ $D_m = 1.25$ ) . . . . .	32
5. Time/failure terminated test plans . . . . .	35
5.1 Time/failure terminated test plan characteristics . . . . .	35
5.2 Table and graphs of the time failure terminated test plans . . . . .	35
Test plan 5:1 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	37
" " 5:2 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	37
" " 5:3 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	37
" " 5:4 ( $\alpha = 10\%$ $\beta = 10\%$ $D_m = 5$ ) . . . . .	37
" " 5:5 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	39
" " 5:6 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	39
" " 5:7 ( $\alpha = 20\%$ $\beta = 20\%$ $D_m = 3$ ) . . . . .	39
" " 5:8 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 1.5$ ) . . . . .	41
" " 5:9 ( $\alpha = 30\%$ $\beta = 30\%$ $D_m = 2$ ) . . . . .	41
" " 5:10 ( $\alpha = 35\%$ $\beta = 40\%$ $D_m = 1.25$ ) . . . . .	41

COMMISSION ÉLECTRONIQUE INTERNATIONALE

ESSAI DE FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS

Septième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer le taux de défaillance  
et la moyenne des temps de bon fonctionnement  
dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 56 de la CEI: Fiabilité et maintenabilité.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Milan en 1973. A la suite de cette réunion, un projet, document 56(Bureau Central)46, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1974. A la suite de la réunion tenue à Bucarest en 1974, où l'on estima que tous les commentaires étaient d'ordre rédactionnel, il fut décidé de publier le document tel qu'il fut diffusé à l'origine avec le document principal.

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

Allemagne	Israël
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pays-Bas
Canada	Portugal
Danemark	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques
Inde	Socialistes Soviétiques

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication n° 271: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EQUIPMENT RELIABILITY TESTING**

**Part 7: Compliance test plans for failure rate  
and mean time between failures  
assuming constant failure rate**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 56, Reliability and Maintainability.

Drafts were discussed at the meeting held in Milan in 1973. As a result of this meeting, a draft, Document 56(Central Office)46, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1974. As a result of the meeting held in Bucharest in 1974 where all comments were judged to be editorial, it was decided to publish the document as originally circulated along with the main document.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Japan
Australia	Netherlands
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
India	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 271: List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability.

## ESSAI DE FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS

### Septième partie: Plans d'échantillonnage pour confirmer le taux de défaillance et la moyenne des temps de bon fonctionnement dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant

#### 1. Domaine d'application

La distribution statistique des temps entre défaillances consécutives pour les équipements réparés ou des temps jusqu'à défaillance pour les équipements non réparés est supposée être caractérisée par un taux de défaillance constant comme c'est le cas pour une distribution exponentielle. Il s'ensuit que le taux de défaillance et la moyenne des temps de bon fonctionnement sont indépendants de l'âge de l'équipement.

Sous ces conditions, les plans d'échantillonnage ci après sont valables pour les essais de conformité en fiabilité concernant le taux de défaillance, la moyenne des temps de bon fonctionnement ou la moyenne des temps jusqu'à défaillance. Pour chaque essai, la spécification particulière pour l'essai de fiabilité définit la caractéristique de fiabilité à considérer.

Il est prévu d'utiliser la présente norme avec la Publication 605-1 : Essai de fiabilité des équipements, Première partie: Prescriptions générales.

#### 2. Caractéristiques de fiabilité à prendre en compte

La caractéristique de fiabilité fondamentale utilisée dans cette partie est la moyenne des temps de bon fonctionnement. Le temps doit être compris comme la durée d'essai cumulée sur tous les dispositifs, à prendre en compte. Le temps peut être remplacé par une distance, un nombre de cycles ou toute autre quantité ou unité appropriée à l'équipement en essai. Le nombre de défaillances doit être compris comme le cumul des défaillances des équipements au cours de l'essai, à prendre en compte. Pour chaque essai, les durées à prendre en compte et les défaillances à prendre en compte sont définies par la spécification particulière pour l'essai de fiabilité.

Dans les plans d'échantillonnage, le symbole «*m*» désigne la caractéristique de fiabilité fondamentale.

On peut faire correspondre à la moyenne des temps de bon fonctionnement les caractéristiques de fiabilité que sont le temps jusqu'à la première défaillance et le taux de défaillance en utilisant les expressions qui suivent. Les plans d'échantillonnage donnés dans cette partie sont, de ce fait, parfaitement applicables à ces caractéristiques.

Pour l'application à la moyenne des temps de bon fonctionnement, MTBF:

$$MTBF = m$$

Pour l'application au temps moyen jusqu'à (première) défaillance,  $m_F$  ou MTTF:

$$m_F = MTTF = m$$

Pour l'application au taux de défaillance,  $\lambda$ :

$$\frac{1}{\lambda} = m$$

## EQUIPMENT RELIABILITY TESTING

### Part 7: Compliance test plans for failure rate and mean time between failures assuming constant failure rate

---

#### 1. Scope

The statistical distribution of the times between consecutive failures for repaired equipment or of the times to failure for non-repaired equipment is assumed to be characterized by a constant failure rate as described by an exponential distribution. Therefore the failure rate and the mean time between failures are independent of the age of the equipment.

On these conditions, the statistical test plans given here are valid for reliability compliance tests concerning failure rate, mean time between failures and mean time to failure. The detailed reliability test specification states the reliability characteristic relevant to the particular test.

This standard is intended to be used with Publication 605-1, Equipment Reliability Testing, Part 1: General Requirements.

#### 2. Relevant reliability characteristics

The fundamental reliability characteristic used in this part is the mean time between failures. The time is understood as the accumulated relevant test time added from all the test items. Time may be replaced by distance, cycles or other quantity or unit as may be appropriate for the equipment under test. The failures are understood as accumulated relevant test item failures during the test. The detailed reliability test specification defines relevant time and relevant failures applicable to the particular test.

The symbol " $m$ " is used for the fundamental reliability characteristic in the test plans.

The reliability characteristics mean time to first failure and failure rate may be mathematically substituted by the mean time between failures using the following rules. The test plans in this part are thereby fully applicable to these characteristics.

For application to mean time between failures, MTBF:

$$\text{MTBF} = m$$

For application to mean time to (first) failure,  $m_F$  or MTTF:

$$m_F = \text{MTTF} = m$$

For application to failure rate,  $\lambda$ :

$$\frac{1}{\lambda} = m$$

### 3. Plans d'échantillonnage et méthodes générales d'essai

#### 3.1 Types de plans d'échantillonnage

Les plans d'échantillonnage sont donnés pour deux types d'essais:

Essais progressifs tronqués, voir article 4 ci-dessous.

Essais tronqués-censurés, voir article 5 ci-dessous.

La spécification particulière pour l'essai de fiabilité doit indiquer quel type de plan est à utiliser. Les recommandations pour le choix du type d'essai sont données au paragraphe 7.3.1 de la première partie. Le choix dépend aussi de considérations d'ordre technique, par exemple les possibilités de contrôle du fonctionnement des équipements en essai, voir paragraphe 9.1 de la première partie, et le temps total disponible pour l'essai.

Pour chaque plan d'échantillonnage donné dans les articles 4 et 5 ci-dessous le plan est présenté sous forme d'un graphique et d'un tableau associés aux courbes d'efficacité correspondantes (probabilité d'accepter en fonction de la moyenne des temps de bon fonctionnement vraie) et par la valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.

#### 3.2 Méthode générale d'essai

La méthode générale d'essai consiste à soumettre les dispositifs, c'est-à-dire le nombre spécifié d'équipements prélevés au hasard dans la population considérée, au cycle d'essai spécifié et à totaliser, pour tous les équipements, la durée d'essai et les défaillances à prendre en compte, conformément aux paragraphes 9.5 et 9.2 de la première partie. Lorsqu'un dispositif réparable est défaillant, il doit être réparé conformément au paragraphe 10.2 de la première partie et remis en essai. La durée d'essai est prise en considération indépendamment de l'âge (temps total) des dispositifs. La durée d'essai et les défaillances à prendre en compte sont cumulées jusqu'à ce qu'une décision puisse être prise selon l'essai progressif choisi ou jusqu'à ce que l'un des critères soit atteint selon l'essai tronqué-censuré choisi. Le temps d'essai cumulé à prendre en compte est défini dans la Publication 271 de la CEI: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité (voir les paragraphes 14.1 et 20.1). Il peut être calculé d'après le paragraphe 3.3 ci-dessous.

#### 3.3 Calcul du temps d'essai cumulé à prendre en compte

Le temps d'essai à prendre en compte de chaque dispositif individuel en essai peut être mesuré par les compteurs horaires sur le dispositif en essai. Dans ce cas le temps d'essai cumulé à prendre en compte  $T_k$  à la  $k$ -ième défaillance est la somme des relevés des compteurs.

$$T_k = \sum_{m=1}^n t_{k,m}$$

où:  $n$  = le nombre total de dispositifs en essai

$t_{k,m}$  = le temps d'essai à prendre en compte indiqué sur le dispositif numéro  $m$  jusqu'à la  $k$ -ième défaillance apparue sur le nombre total de dispositifs en essai.

Le temps d'essai cumulé à prendre en compte  $T^*$  au point de décision ne correspondant pas à une défaillance est

$$T^* = \sum_{m=1}^n t_m^*$$

où  $t_m^*$  = le temps d'essai indiqué à prendre en compte sur le dispositif numéro  $m$  jusqu'au point de décision.

### 3. Statistical test plans and general test procedure

#### 3.1 Types of test plans

Test plans are given for two types of tests:

Truncated sequential tests, see Clause 4 below.

Time/failure terminated tests, see Clause 5 below.

The detailed reliability test specification shall state which type of test is to be used. Guidance for choice of type of test is given in Sub-clause 7.3.1 of Part 1. The choice also depends on circumstances of technical nature, for example the possibilities for monitoring of test item performance during the test, see Sub-clause 9.1 of Part 1, and the total time available for the test.

For each test plan given in Clauses 4 and 5 below, the plan is presented graphically and by a table together with graphs of the corresponding Operating Characteristic curve (probability of acceptance against true mean time between failures) and the expected relevant test time to decision.

#### 3.2 General test procedure

The general test procedure is to subject the test item(s), i.e. the specified number of equipments sampled at random from the given population, to the test cycle specified and count the relevant test time and relevant failures according to Sub-clauses 9.5 and 9.2 of Part 1, successively adding from all the test items. When a repairable test item fails, it shall be repaired according to Sub-clause 10.2 of Part 1 and put back on test. Relevant test time is counted without reference to age (total time) of the test item. Relevant test time and relevant failures are accumulated until a decision can be made according to the sequential test plan or until a terminating condition is reached according to the time/failure terminated test plan chosen. The accumulated relevant test time is explained in IEC Publication 271, List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability (see Sub-clauses 14.1 and 20.1). It may be calculated as described in Sub-clause 3.3 below.

#### 3.3 Calculation of accumulated relevant test time

The relevant test time of each individual test item can be measured by elapsed time indicators on the test item. In this case the accumulated relevant test time  $T_k$  at the  $k$ -th failure is the sum of the indicator readings.

$$T_k = \sum_{m=1}^n t_{k,m}$$

where:  $n$  = the total number of test items

$t_{k,m}$  = the indicated relevant test time of item number  $m$  up to the  $k$ -th failure in the total number of test items.

The accumulated relevant test time  $T^*$  at a decision point not coinciding with a failure is

$$T^* = \sum_{m=1}^n t_m^*$$

where  $t_m^*$  = the indicated relevant test time of item number  $m$  up to the decision point.

Si le temps d'essai à prendre en compte est enregistré par d'autres procédés, le temps d'essai cumulé à prendre en compte,  $T_k$ , à la  $k$ -ième défaillance devrait être calculé par la formule itérative suivante. Celle-ci comprend le temps d'essai cumulé à prendre en compte jusqu'à la défaillance  $k - 1$  et les temps d'essai à prendre en compte écoulés dans l'intervalle entre les défaillances  $k - 1$  et  $k$ .

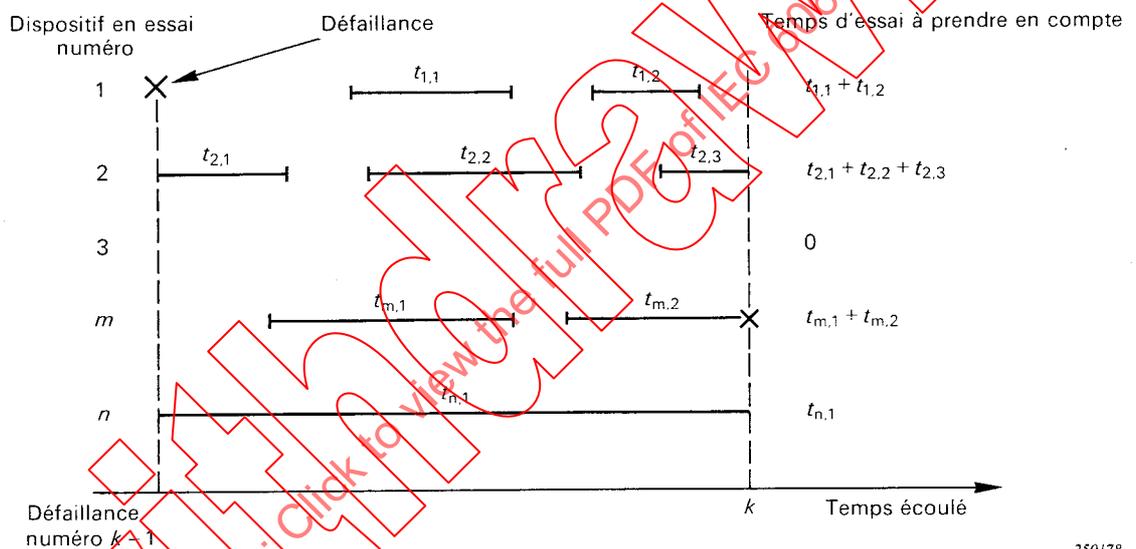
$$T_k = T_{k-1} + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$

où:  $n$  = le nombre total de dispositifs en essai

$t_{m,j}$  = la  $j$ -ième période du temps d'essai à prendre en compte du dispositif en essai numéro  $m$  après la défaillance  $k - 1$  apparue sur le nombre total de dispositifs en essai.

Les interruptions peuvent être causées par la défaillance  $k - 1$  ou par toute autre raison technique ou administrative. Le nombre  $j$  d'interruptions peut varier d'un dispositif à un autre.

La figure ci-dessous explique plus en détail la numérotation des périodes de temps d'essai à prendre en compte.



250178

Numérotation des périodes de temps d'essai à prendre en compte.

Le temps d'essai cumulé à prendre en compte  $T^*$  au point de décision ne correspondant pas à une défaillance est dans ce cas

$$T^* = T_r + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$

où:  $T_r$  = le temps d'essai cumulé à prendre en compte jusqu'à la dernière défaillance avant le point de décision

$t_{m,j}$  = la  $j$ -ième période de temps d'essai à prendre en compte du dispositif d'essai numéro  $m$  après la dernière défaillance apparue sur le nombre total de dispositifs en essai.

Les formules ci-dessus sont applicables aussi dans le cas où les dispositifs en essai sont des équipements non réparés, sauf que le temps d'essai cumulé à prendre en compte n'existe pas après la première défaillance de chaque dispositif en essai.

If the relevant test time is recorded by other means, the accumulated relevant test time,  $T_k$ , at the  $k$ -th failure should be calculated by the following iterative formula. This includes the accumulated relevant test time up to the failure  $k - 1$  and the relevant test times elapsed in the interval between the failures  $k - 1$  and  $k$ .

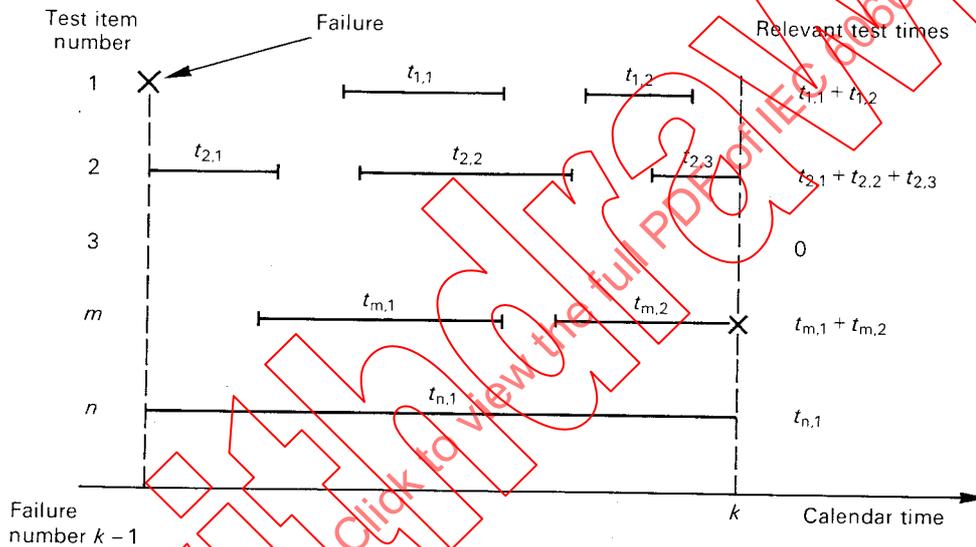
$$T_k = T_{k-1} + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$

where:  $n$  = the total number of test items.

$t_{m,j}$  = the  $j$ -th period of relevant test time of test item number  $m$  after the failure  $k - 1$  in the total number of test items.

The intermissions may be caused by failure  $k - 1$  or by any other technical or administrative reasons. The number,  $j$ , of intermissions may vary from item to item.

The figure below explains further the numbering of periods of relevant test time.



250/78

Numbering of periods of relevant test time.

The accumulated relevant test time  $T^*$  at a decision point not coinciding with a failure is in this case

$$T^* = T_r + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$

where:  $T_r$  = the accumulated relevant test time up to the latest failure before the decision point

$t_{m,j}$  = the  $j$ -th period of relevant test time of test item number  $m$  after the latest failure in the total number of test items.

The above formulae are applicable also in case the test items are non repaired equipments, except that relevant test time does not exist after the first failure of each test item.

#### 4. Essais progressifs

Cet article donne les plans d'échantillonnage préférentiels pour les essais progressifs tronqués avec leurs courbes d'efficacité et la valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.

##### 4.1 Caractéristiques des plans d'essais progressifs

Les essais progressifs donnés dans ce paragraphe sont caractérisés par :

$m_0$  = valeur acceptable spécifiée de la caractéristique de fiabilité

$\alpha$  = risque du fournisseur

$\beta$  = risque du client

$D_m$  = rapport de discrimination pour la moyenne des temps de bon fonctionnement.

Le risque du fournisseur  $\alpha$  est la probabilité de rejet d'un équipement tel que la vraie valeur de  $m = m_0$ .

Le risque du client  $\beta$  est la probabilité d'accepter un équipement tel que la vraie valeur de  $m = m_1$ , où  $m_1$  est la valeur inacceptable de la caractéristique de fiabilité.

Le rapport de discrimination pour la moyenne des temps de bon fonctionnement est défini par :

$$D_m = \frac{m_0}{m_1}$$

##### 4.2 Tableaux et graphiques des plans d'échantillonnage pour les essais progressifs

Le tableau ci-dessous récapitule les plans d'échantillonnage progressifs donnés dans cette partie.

N° du plan	Caractéristiques des plans		$D_m$	Durée moyenne jusqu'à décision pour $m = m_0$	Valeurs vraies des risques %		Pages	
	Nominales				Multiples de $m_0$	$m = m_0$		$m = m_1$
	$\alpha$	$\beta$				$\alpha'$		$\beta'$
4:1	10	10	1,5	17,3	11,5	12,5	14, 15	
4:2	10	10	2	5,1	12,8	12,8	16, 17	
4:3	10	10	3	2,0	11,1	10,9	18, 19	
4:4	10	10	5	0,6	12,4	13,0	20, 21	
4:5	20	20	1,5	7,6	22,7	23,2	22, 23	
4:6	20	20	2	2,4	22,3	22,5	24, 25	
4:7	20	20	3	1,1	18,2	19,2	26, 27	
4:8	30	30	1,5	3,4	31,9	32,8	28, 29	
4:9	30	30	2	1,3	29,3	29,9	30, 31	
4:10	35	40	1,25	5,0	36,3	39,7	32, 33	

Les valeurs vraies  $\alpha'$  et  $\beta'$  des risques diffèrent des valeurs nominales  $\alpha$  et  $\beta$  du fait des approximations et de la troncature dans les plans d'échantillonnage.

La durée d'essai cumulée à prendre en compte et le nombre de défaillances à prendre en compte doivent être comparés aux critères d'acceptation et de rejet d'une manière continue ou à des intervalles n'excédant pas la durée du cycle d'essai et l'intervalle adopté pour les contrôles (voir les paragraphes 8.1 et 9.1 de la première partie).

#### 4. Sequential test plans

This clause describes the preferred truncated sequential test plans including operating characteristic curves and expected relevant test time to decision.

##### 4.1 Sequential test plan characteristics

The sequential test plans given in this sub-clause are characterized by:

$m_0$  = specified acceptable value of the reliability characteristic

$\alpha$  = producer's risk

$\beta$  = consumer's risk

$D_m$  = discrimination ratio for mean time between failures.

The producer's risk  $\alpha$  is the probability of rejection of equipment with true  $m = m_0$ .

The consumer's risk  $\beta$  is the probability of acceptance of equipment with true  $m = m_1$ , where  $m_1$  is the unacceptable value of the reliability characteristic.

The discrimination ratio for mean time between failures is here defined by:

$$D_m = \frac{m_0}{m_1}$$

##### 4.2 Tables and graphs of the sequential test plans

The following table lists the sequential test plans given in this part.

Plan No.	Characteristics of the plan			Expected time to decision for $m = m_0$	True risks %		Page
	Nominal %		$D_m$		Multiples of $m_0$	$m = m_0$	
	$\alpha$	$\beta$		$\alpha'$		$\beta'$	
4:1	10	10	1.5	17.3	11.5	12.5	14, 15
4:2	10	10	2	5.1	12.8	12.8	16, 17
4:3	10	10	3	2.0	11.1	10.9	18, 19
4:4	10	10	5	0.6	12.4	13.0	20, 21
4:5	20	20	1.5	7.6	22.7	23.2	22, 23
4:6	20	20	2	2.4	22.3	22.5	24, 25
4:7	20	20	3	1.1	18.2	19.2	26, 27
4:8	30	30	1.5	3.4	31.9	32.8	28, 29
4:9	30	30	2	1.3	29.3	29.9	30, 31
4:10	35	40	1.25	5.0	36.3	39.7	32, 33

The true risks  $\alpha'$  and  $\beta'$  differ from the nominal  $\alpha$  and  $\beta$  due to approximations and the truncation made in the test plans.

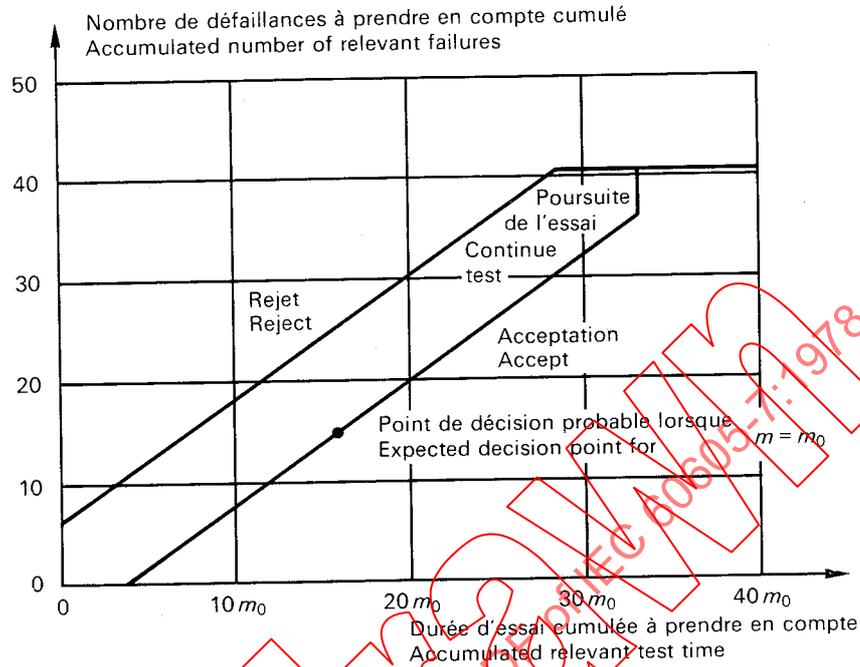
Continuously during the test or at intervals not greater than the length of the test cycle and the monitoring interval (see Sub-clause 8.1 and 9.1 in Part 1), the accumulated relevant test time and the number of relevant failures are to be compared to the accept and reject criteria.

Plan d'échantillonnage 4:1

$\alpha = 0,10$   $\beta = 0,10$   $D_m = 1,5$

Test plan 4:1

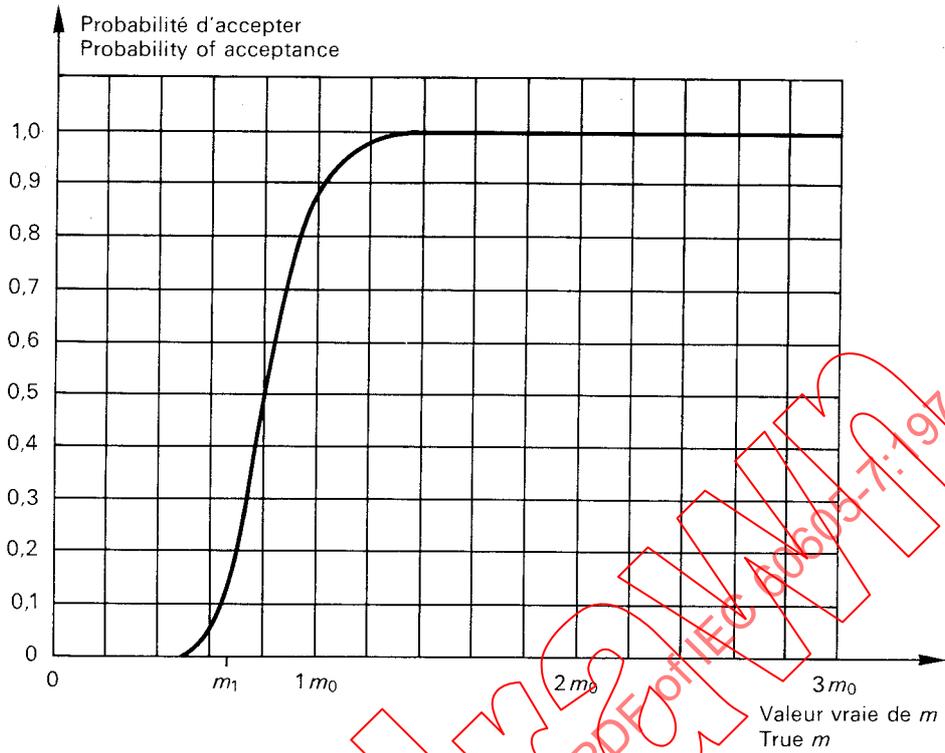
$\alpha = 0.10$   $\beta = 0.10$   $D_m = 1.5$



251178

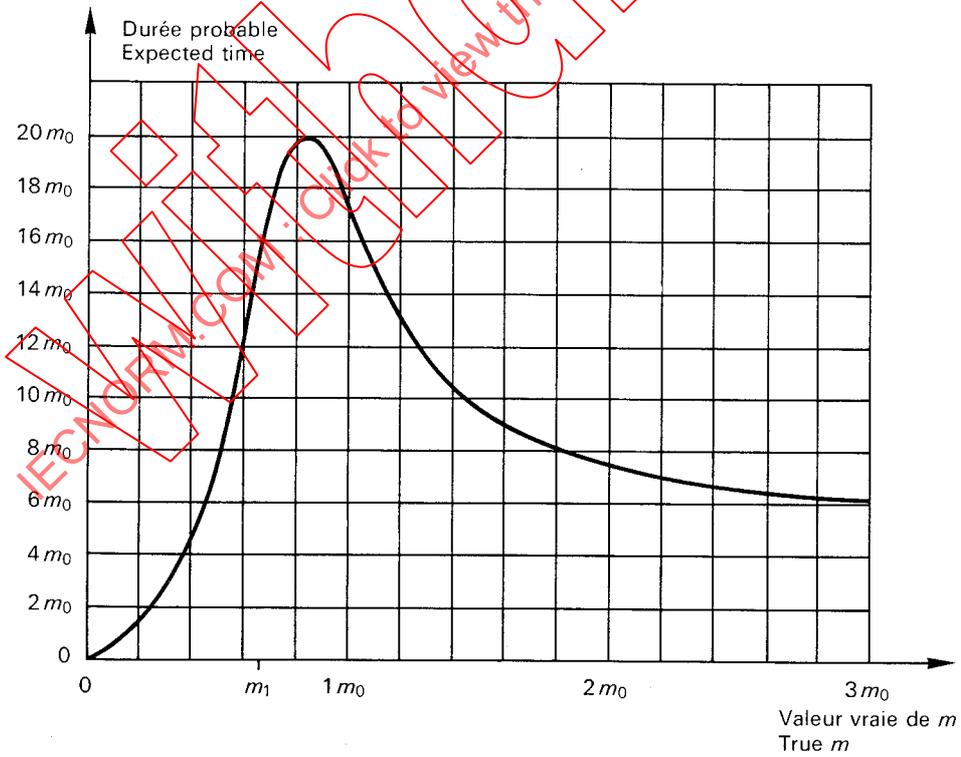
Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiple of $m_0$		Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiple of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)		Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	4,40	21	12,61	21,43
1	—	5,21	22	13,42	22,24
2	—	6,02	23	14,23	23,05
3	—	6,83	24	15,04	23,86
4	—	7,64	25	15,85	24,67
5	—	8,45	26	16,66	25,48
6	0,45	9,27	27	17,47	26,29
7	1,26	10,08	28	18,29	27,11
8	2,07	10,89	29	19,10	27,92
9	2,88	11,70	30	19,90	28,73
10	3,69	12,51	31	20,72	29,54
11	4,50	13,32	32	21,53	30,35
12	5,31	14,13	33	22,34	31,16
13	6,12	14,94	34	23,15	31,97
14	6,93	15,75	35	23,96	32,72
15	7,74	16,56	36	24,77	33,00
16	8,55	17,37	37	25,58	33,00
17	9,37	18,19	38	26,39	33,00
18	10,18	19,00	39	27,21	33,00
19	10,99	19,81	40	28,02	33,00
20	11,80	20,62			

Toujours rejeter si 41 défauts ou davantage.  
Always reject at 41 failures or more.



252/78

Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



253/78

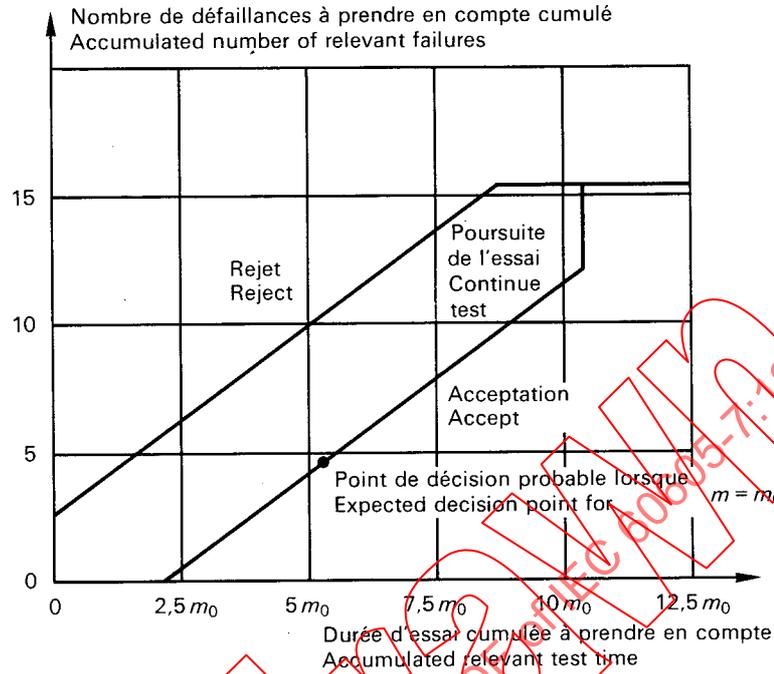
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

Plan d'échantillonnage 4:2

$\alpha = 0,10$   $\beta = 0,10$   $D_m = 2,0$

Test plan 4:2

$\alpha = 0.10$   $\beta = 0.10$   $D_m = 2.0$



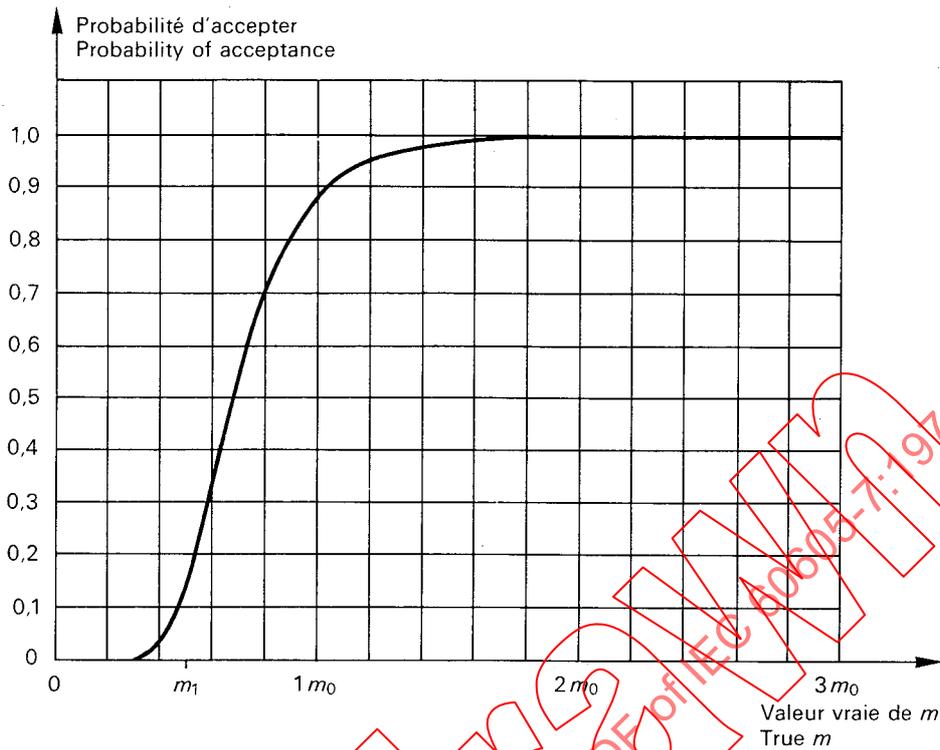
254/78

Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	2,20
1	—	2,89
2	—	3,59
3	0,35	4,28
4	1,04	4,97
5	1,74	5,67
6	2,43	6,36
7	3,12	7,05
8	3,82	7,75
9	4,51	8,44
10	5,20	9,13
11	5,90	9,83
12	6,59	10,30
13	7,28	10,30
14	7,97	10,30
15	8,67	10,30

Toujours rejeter si 16 défauts ou davantage.  
Always reject at 16 failures or more.

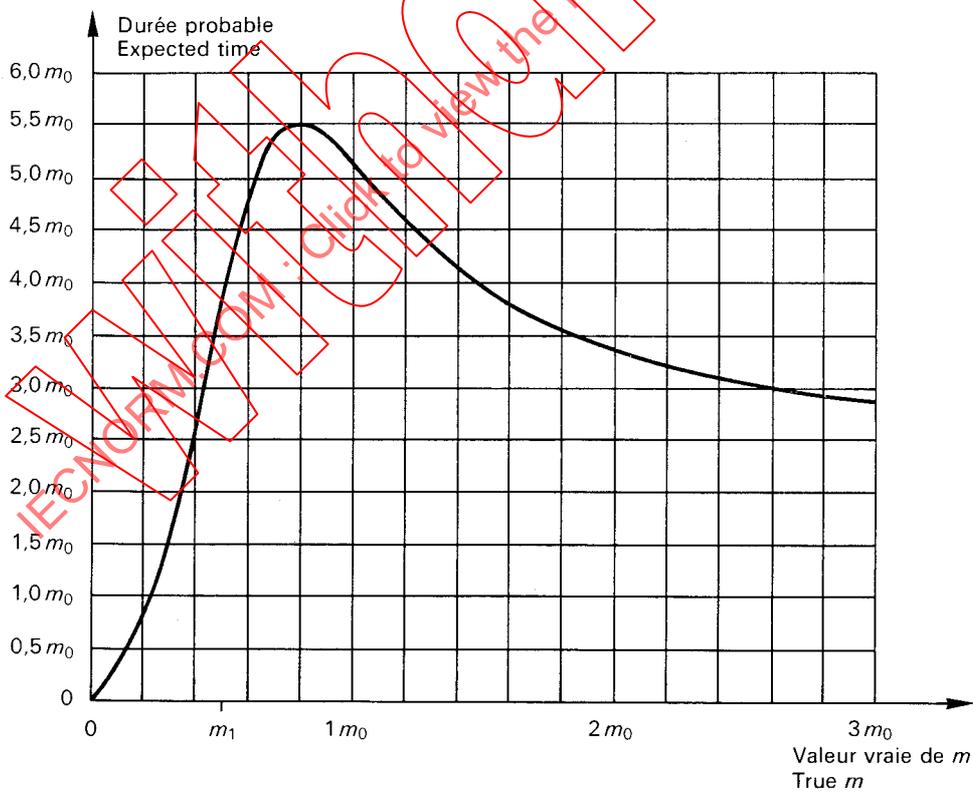
Plan d'échantillonnage 4:2

Test plan 4:2



Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.

255/78



Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

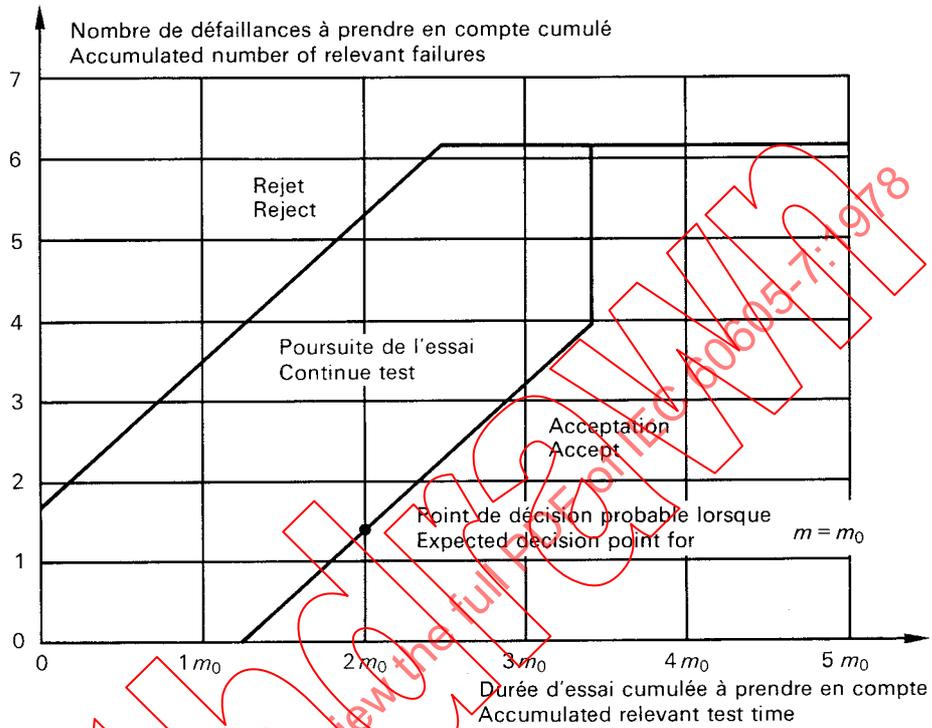
256/78

**Plan d'échantillonnage 4:3**

$\alpha = 0,10$   $\beta = 0,10$   $D_m = 3,0$

**Test plan 4:3**

$\alpha = 0.10$   $\beta = 0.10$   $D_m = 3.0$

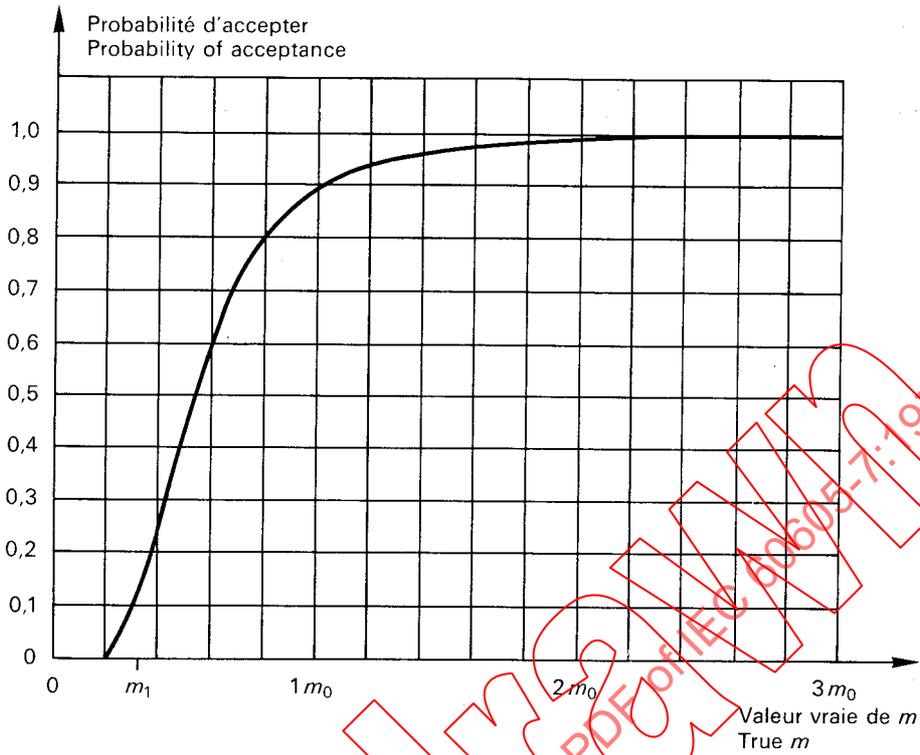


257/78

Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
	0	—
1	—	1,80
2	0,19	2,35
3	0,74	2,90
4	1,29	3,45
5	1,84	3,45
6	2,39	3,45

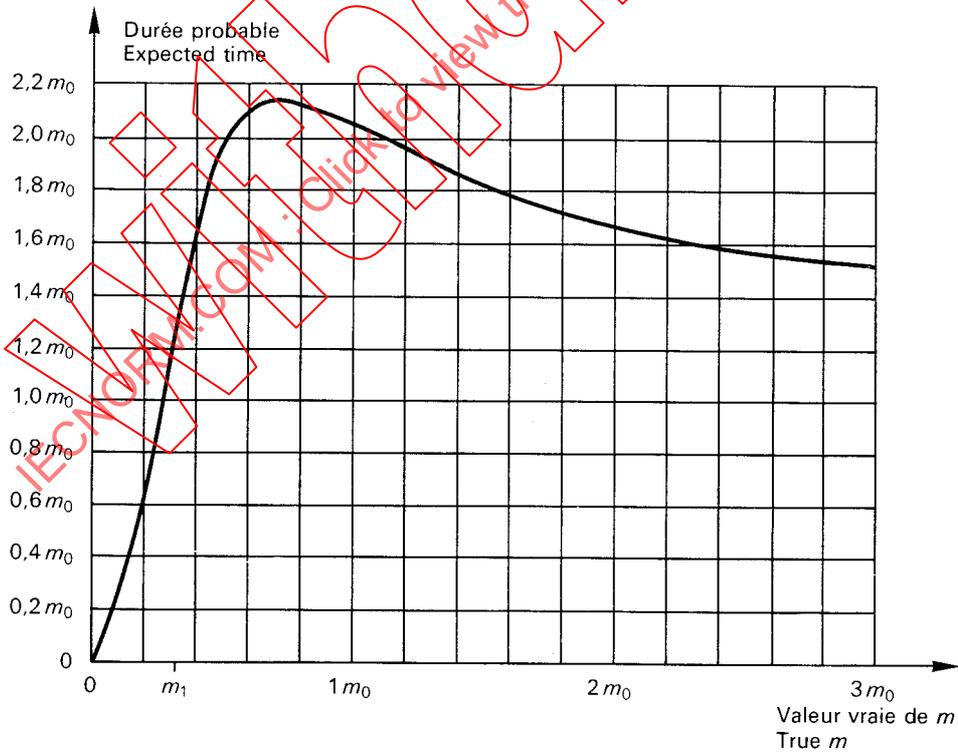
Toujours rejeter si 7 défauts ou davantage.

Always reject at 7 failures or more.



258/78

Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



259/78

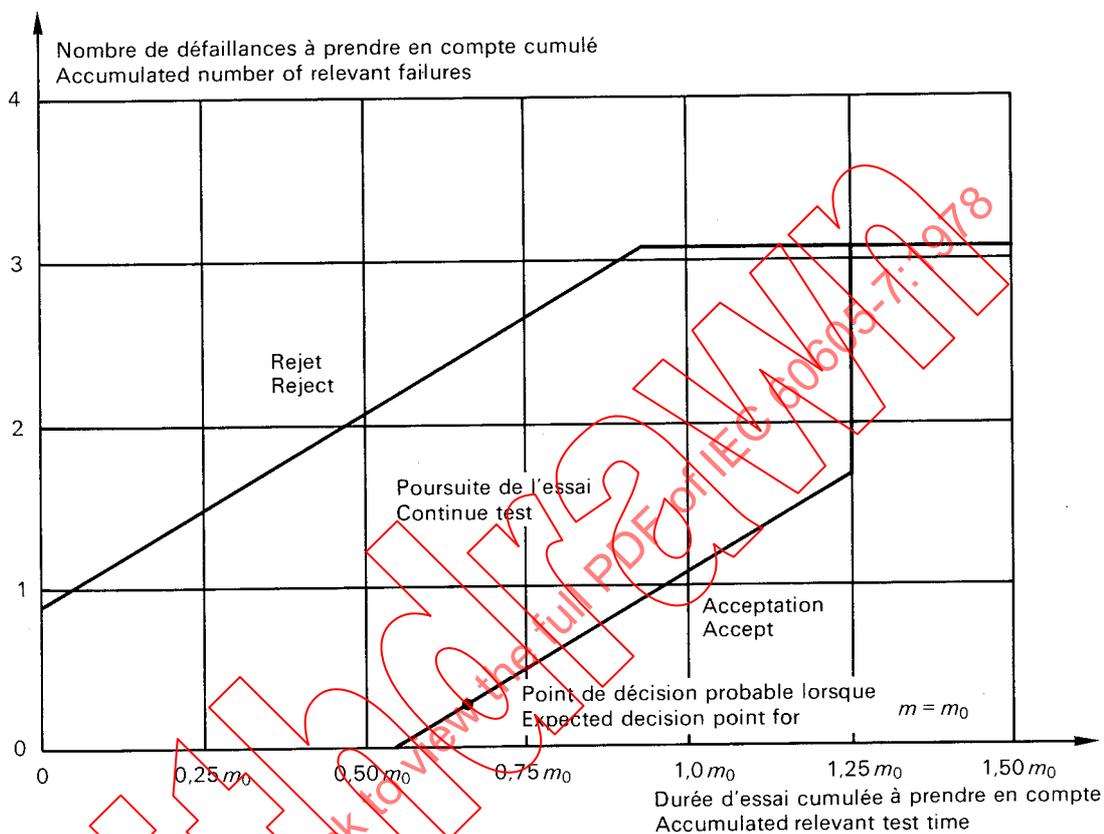
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:4**

$\alpha = 0,10$   $\beta = 0,10$   $D_m = 5,0$

**Test plan 4:4**

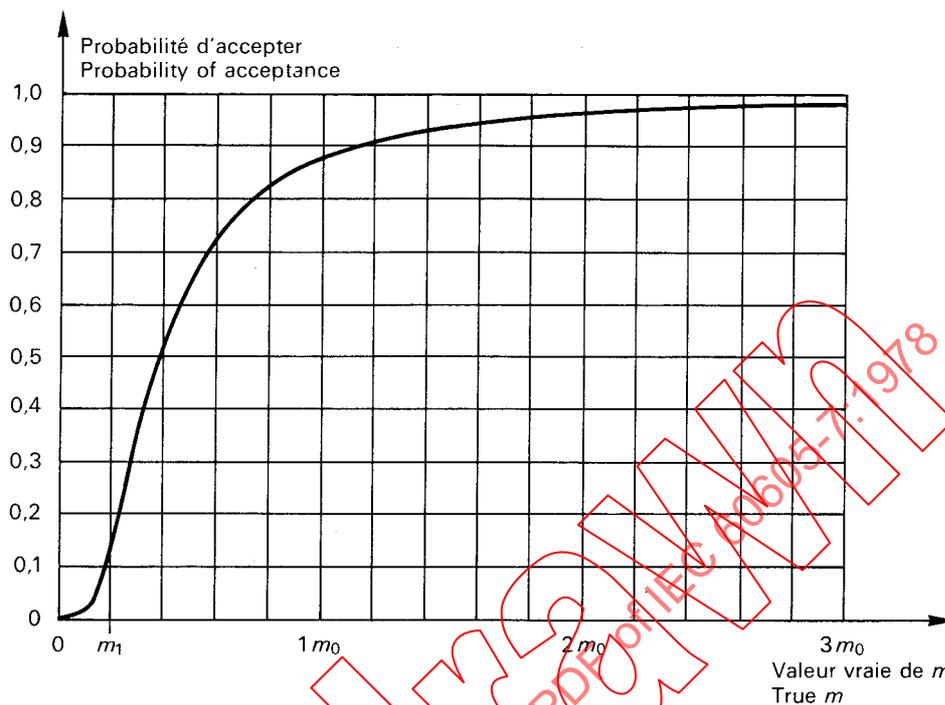
$\alpha = 0.10$   $\beta = 0.10$   $D_m = 5.0$



260178

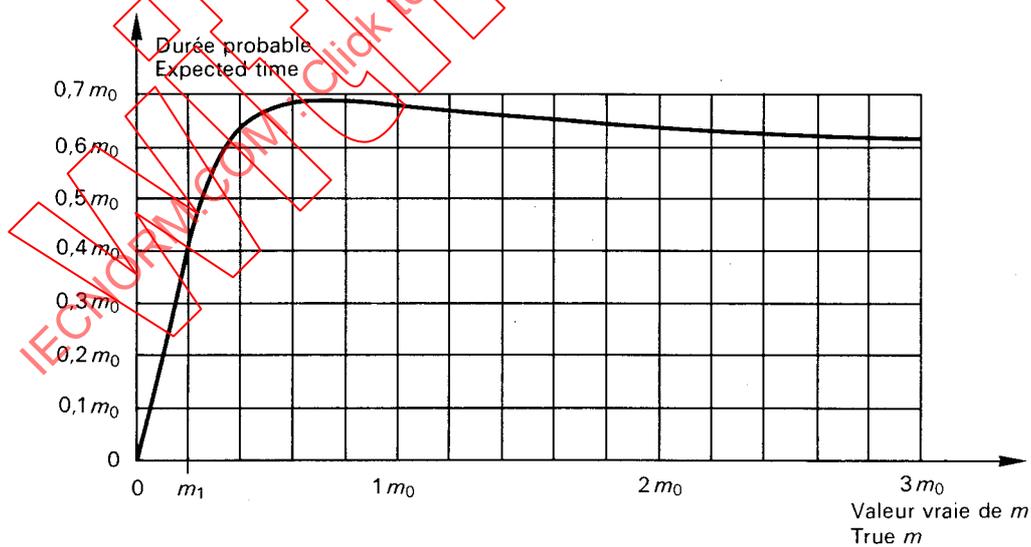
Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	0,55
1	0,04	0,95
2	0,44	1,25
3	0,85	1,25

Toujours rejeter si 4 défauts ou davantage.  
Always reject at 4 failures or more.



261/78

Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



262/78

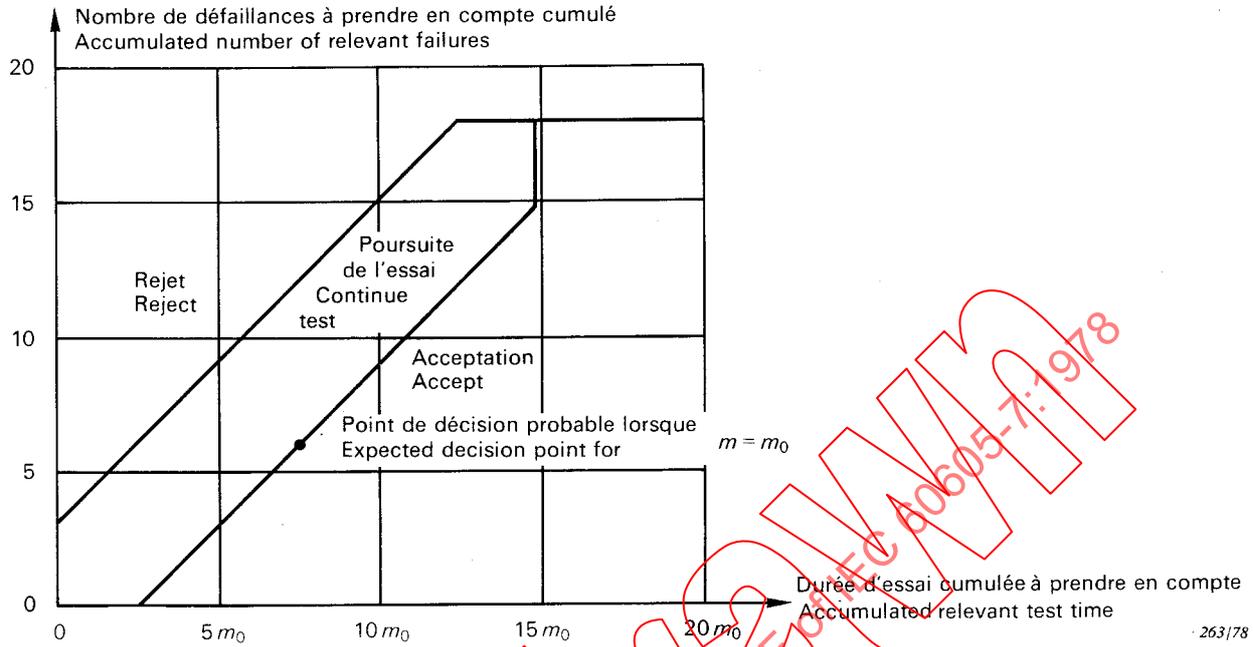
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:5**

$\alpha = 0,20 \quad \beta = 0,20 \quad D_m = 1,5$

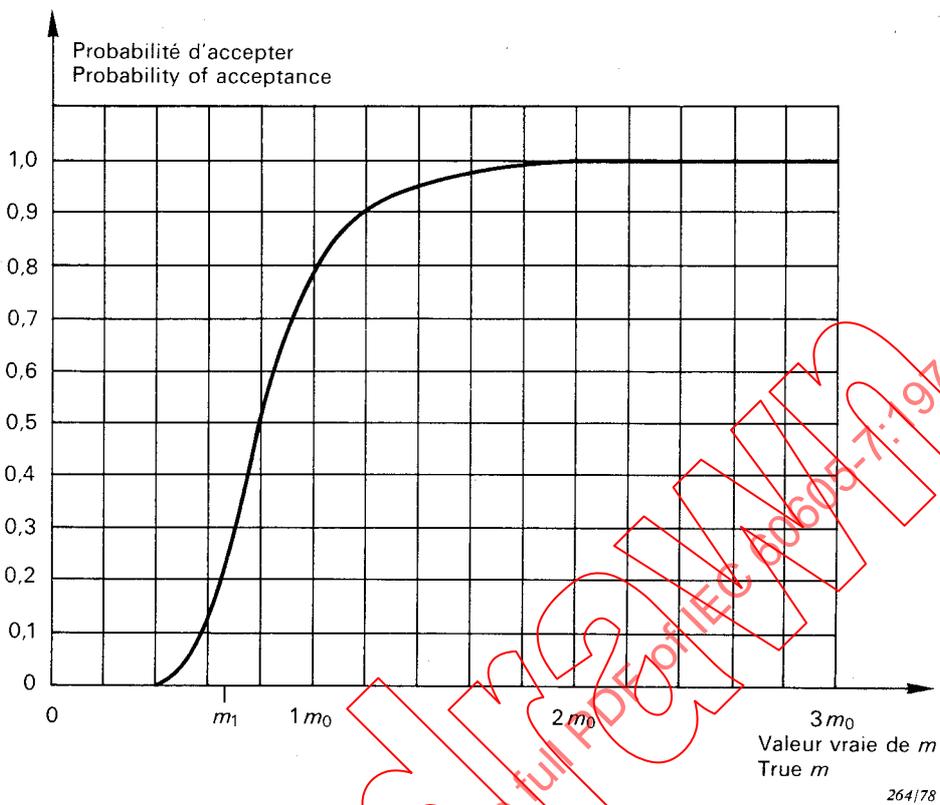
**Test plan 4:5**

$\alpha = 0.20 \quad \beta = 0.20 \quad D_m = 1.5$

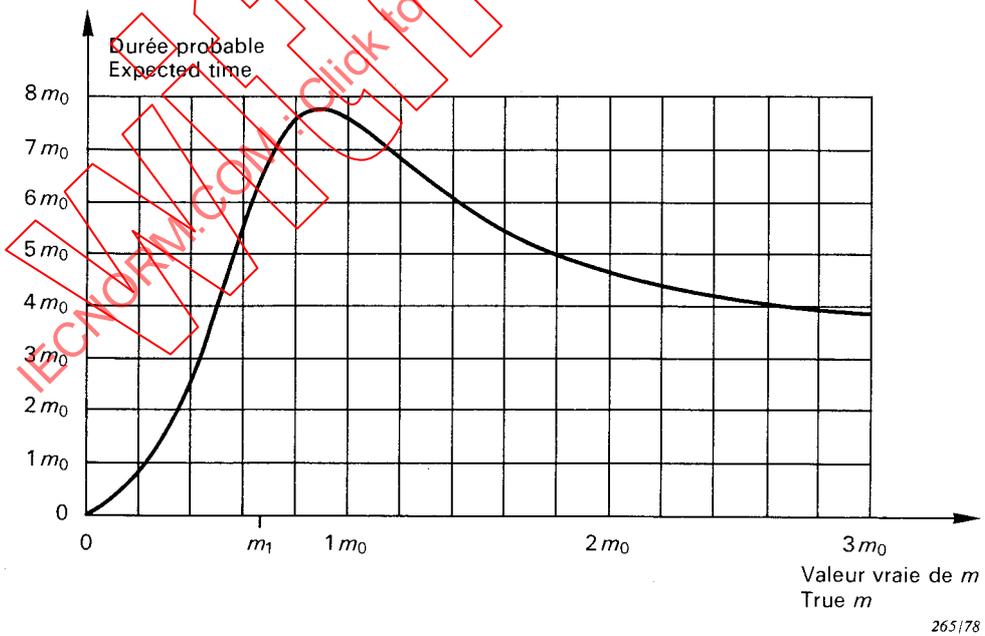


Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	2,79
1	—	3,60
2	—	4,41
3	0,16	5,22
4	0,97	6,03
5	1,78	6,84
6	2,60	7,66
7	3,41	8,47
8	4,22	9,28
9	5,03	10,09
10	5,84	10,90
11	6,65	11,71
12	7,46	12,52
13	8,27	13,33
14	9,08	14,14
15	9,89	14,60
16	10,70	14,60
17	11,52	14,60
18	12,33	14,60

Toujours rejeter si 19 défauts ou davantage.  
Always reject at 19 failures or more.



Courbe d'efficacité  
Operating characteristic curve.



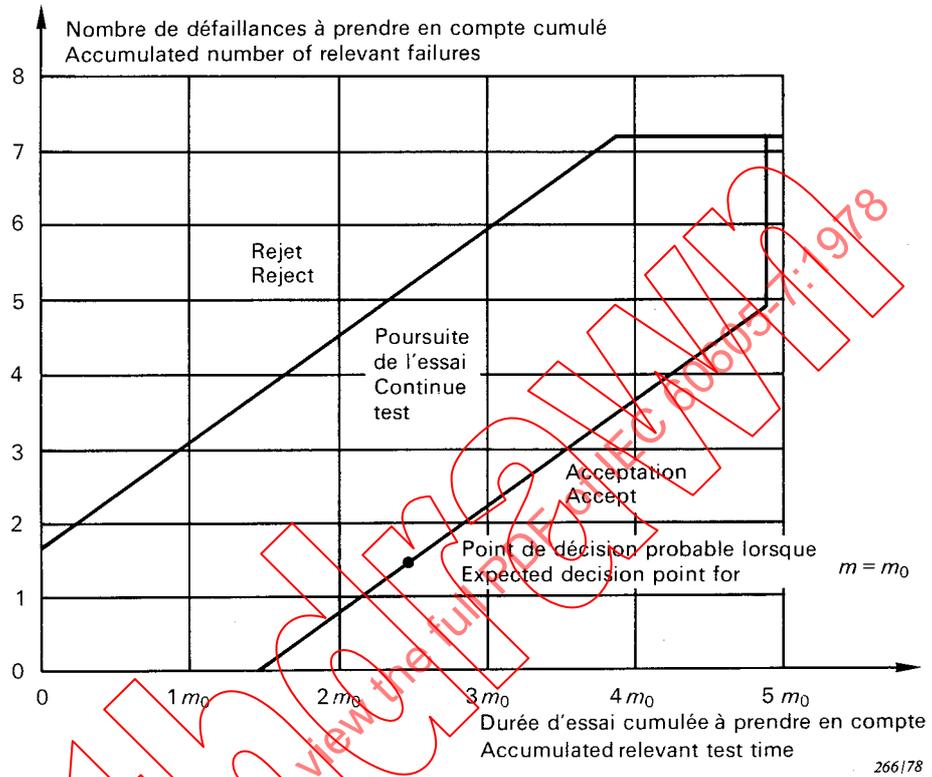
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:6**

$\alpha = 0,20$   $\beta = 0,20$   $D_m = 2,0$

**Test plan 4:6**

$\alpha = 0.20$   $\beta = 0.20$   $D_m = 2.0$

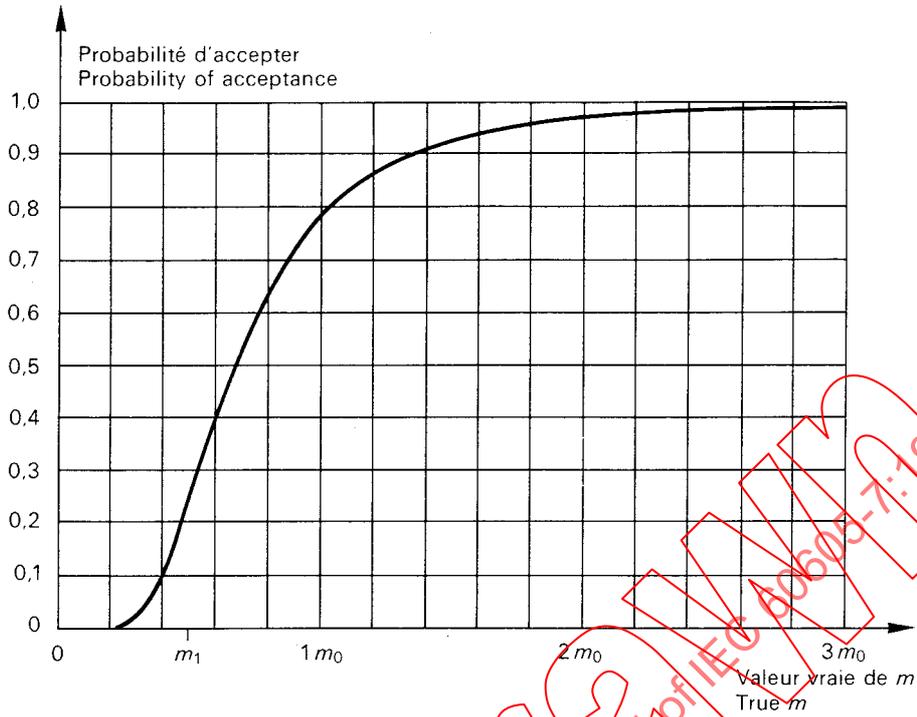


Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	1,40
1	—	2,09
2	0,35	2,79
3	1,04	3,48
4	1,73	4,17
5	2,43	4,87
6	3,12	4,87
7	3,81	4,87

Toujours rejeter si 8 défauts ou davantage.  
Always reject at 8 failures or more.

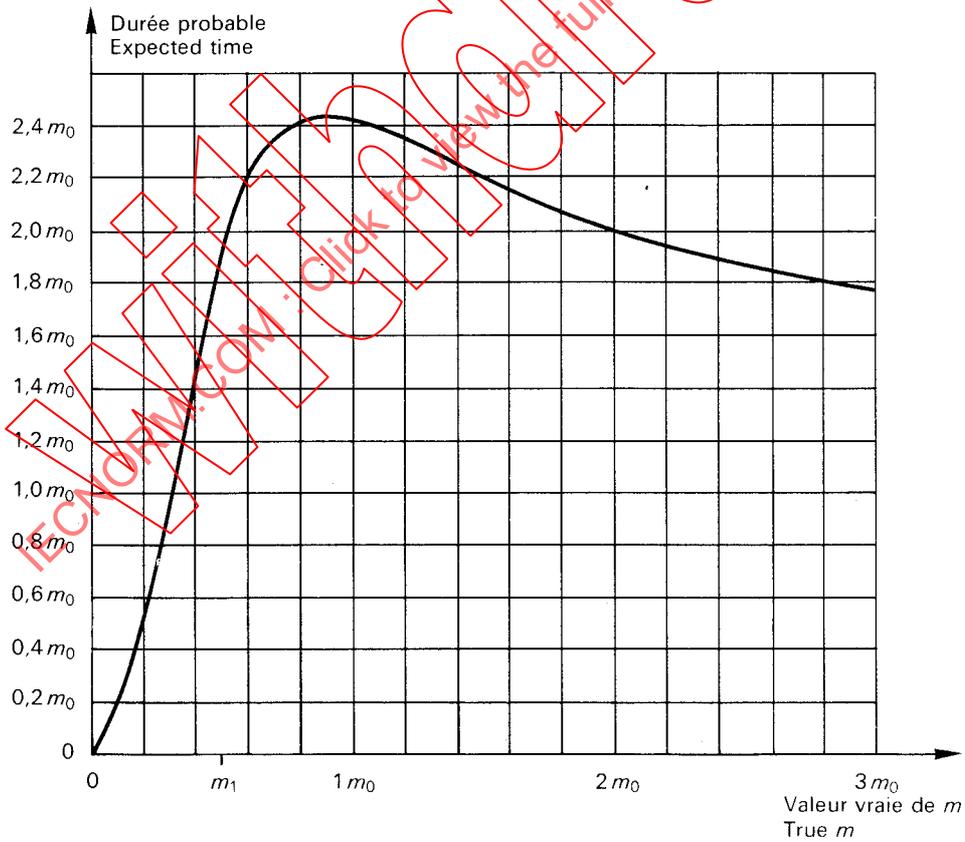
Plan d'échantillonnage 4:6

Test plan 4:6



267/78

Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



268/78

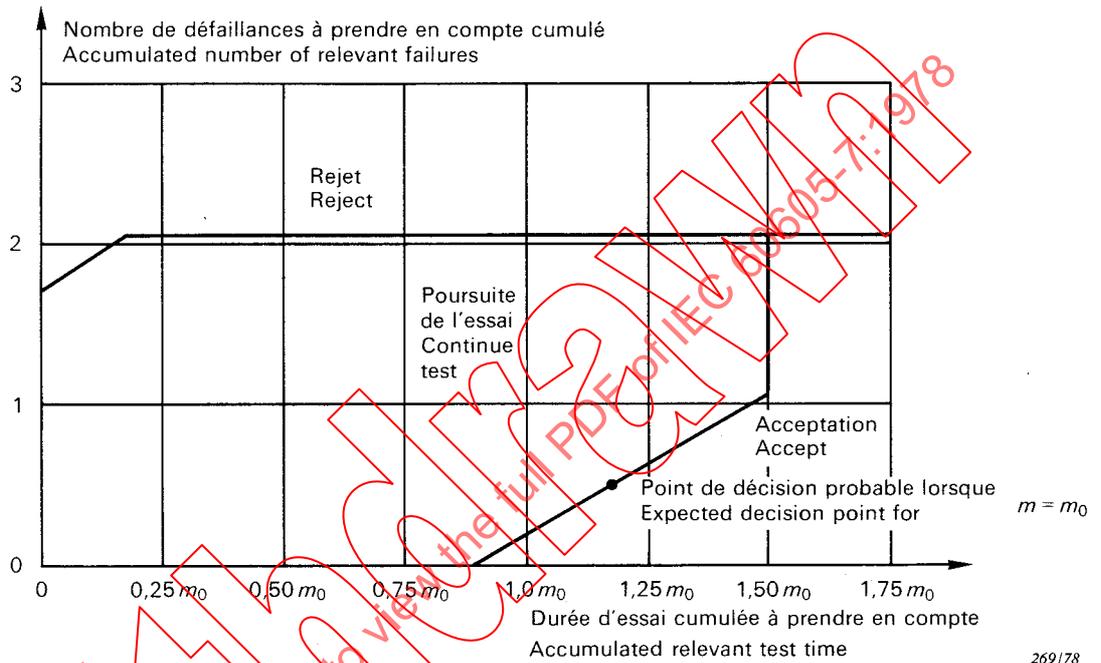
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:7**

$\alpha = 0,20$   $\beta = 0,20$   $D_m = 3,0$

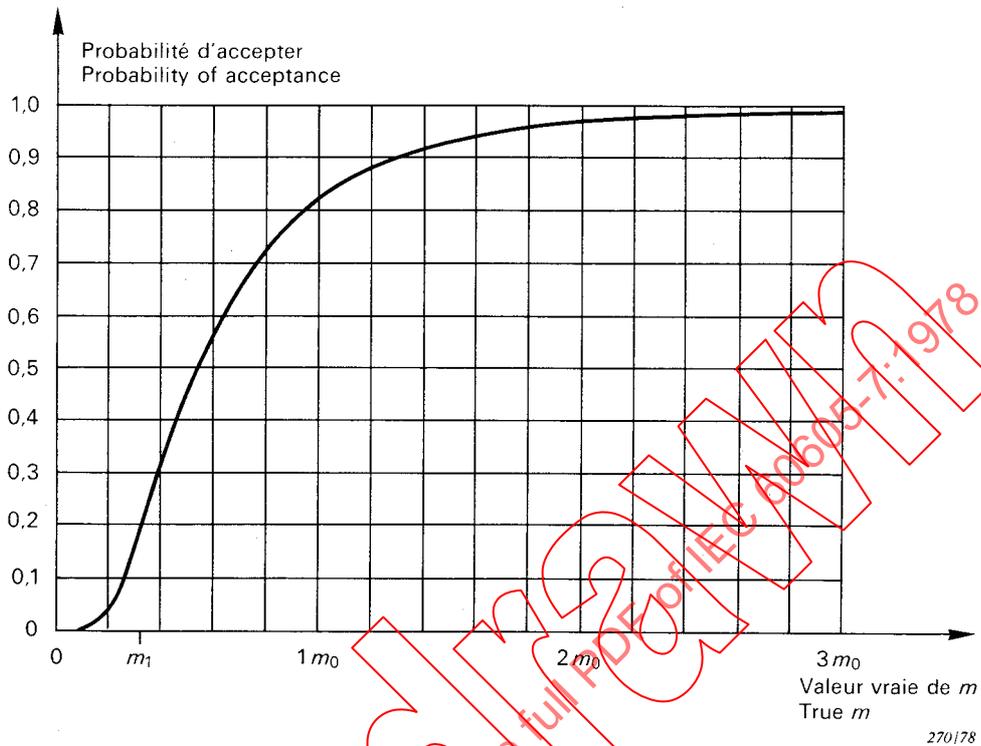
**Test plan 4:7**

$\alpha = 0.20$   $\beta = 0.20$   $D_m = 3.0$

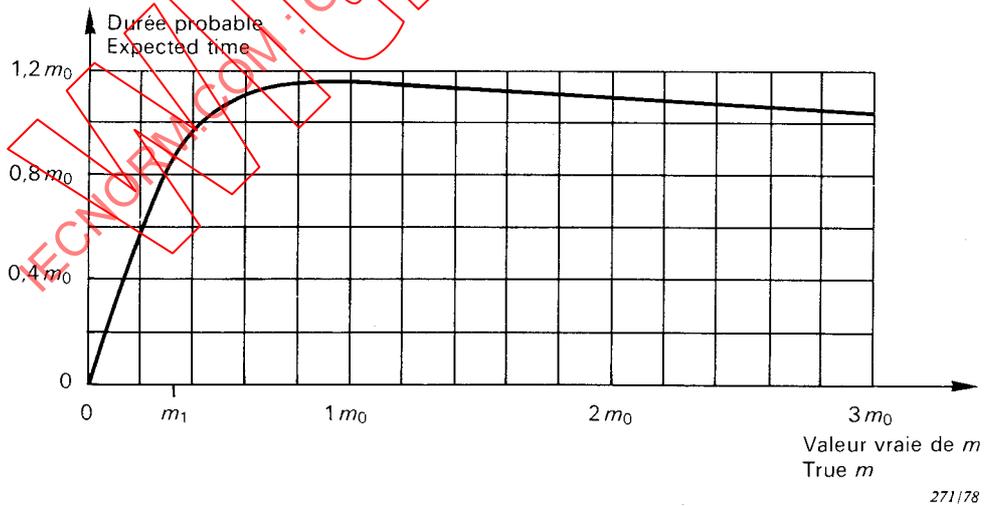


Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	0,89
1	—	1,44
2	0,12	1,50

Toujours rejeter si 3 défauts ou davantage.  
Always reject at 3 failures or more.



Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



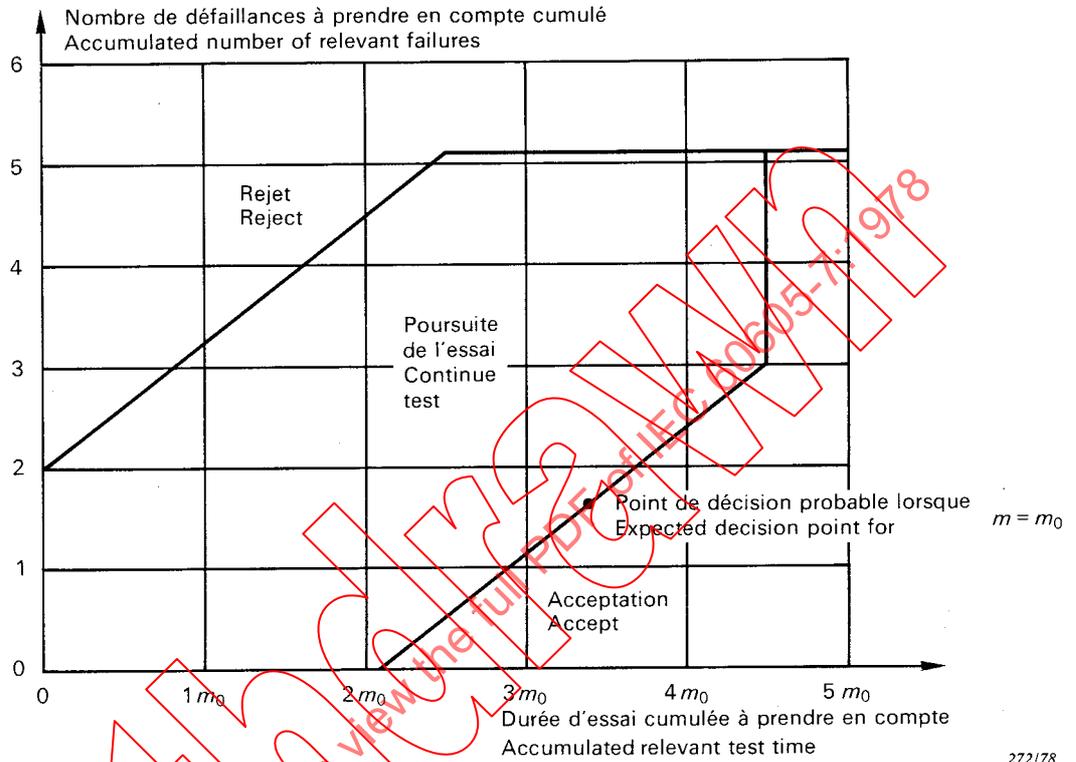
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:8**

$\alpha = 0,30$   $\beta = 0,30$   $D_m = 1,5$

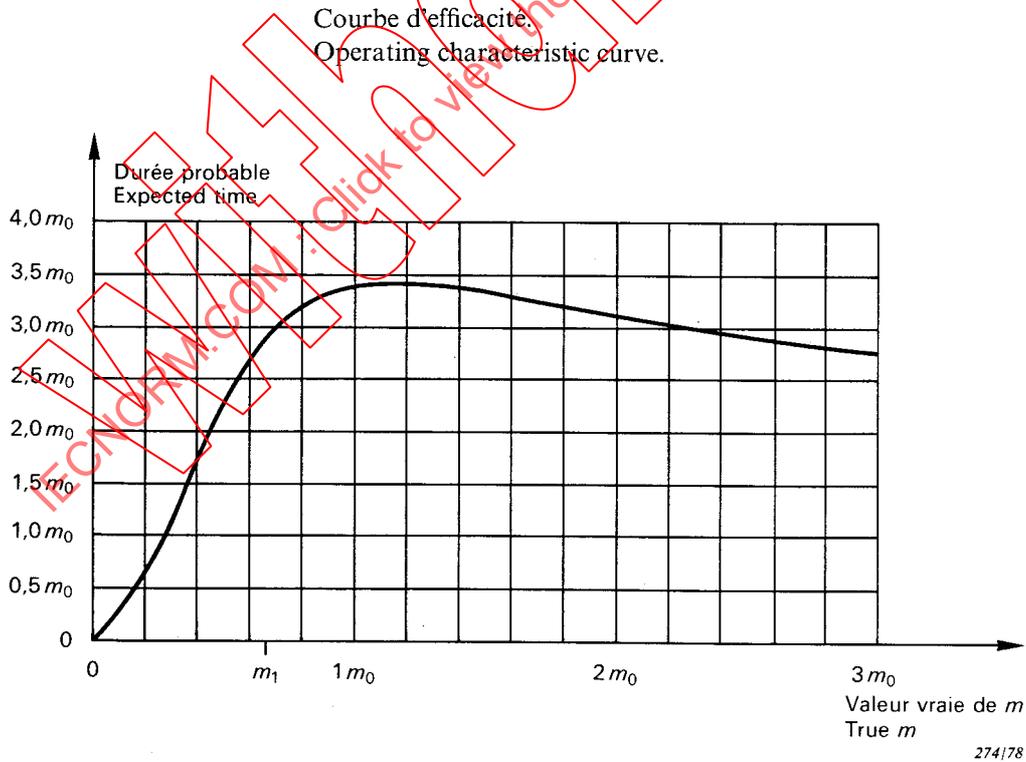
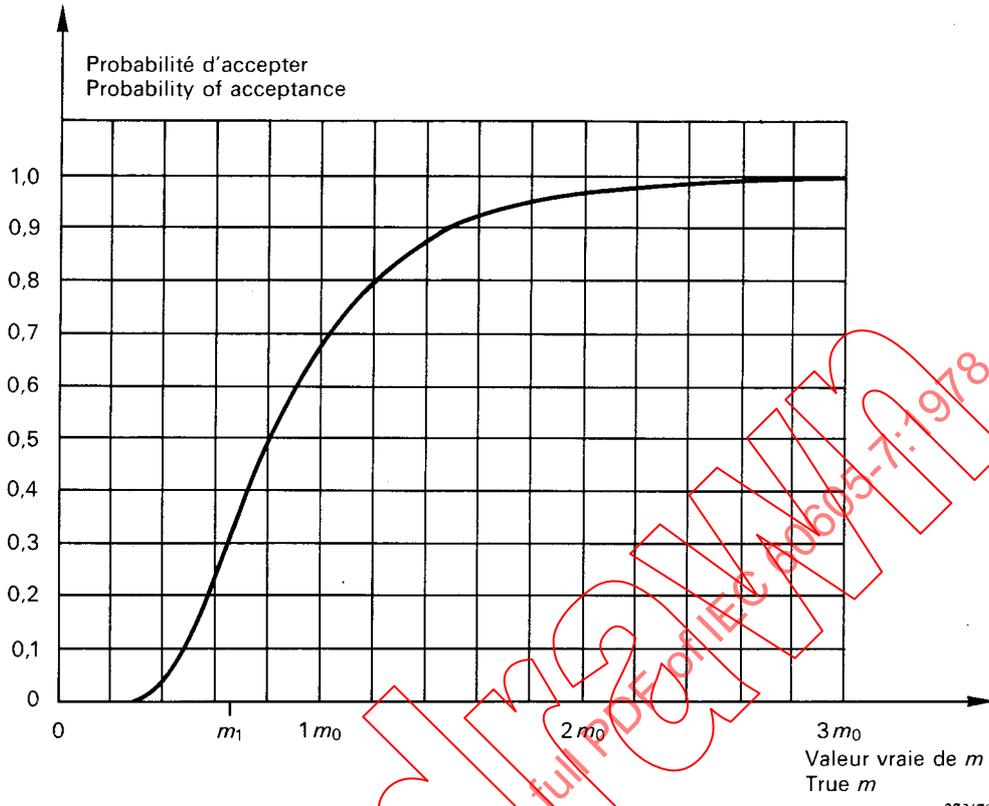
**Test plan 4:8**

$\alpha = 0.30$   $\beta = 0.30$   $D_m = 1.5$



Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	2,10
1	—	2,91
2	—	3,72
3	0,81	4,53
4	1,62	4,53
5	2,43	4,53

Toujours rejeter si 6 défauts ou davantage.  
Always reject at 6 failures or more.



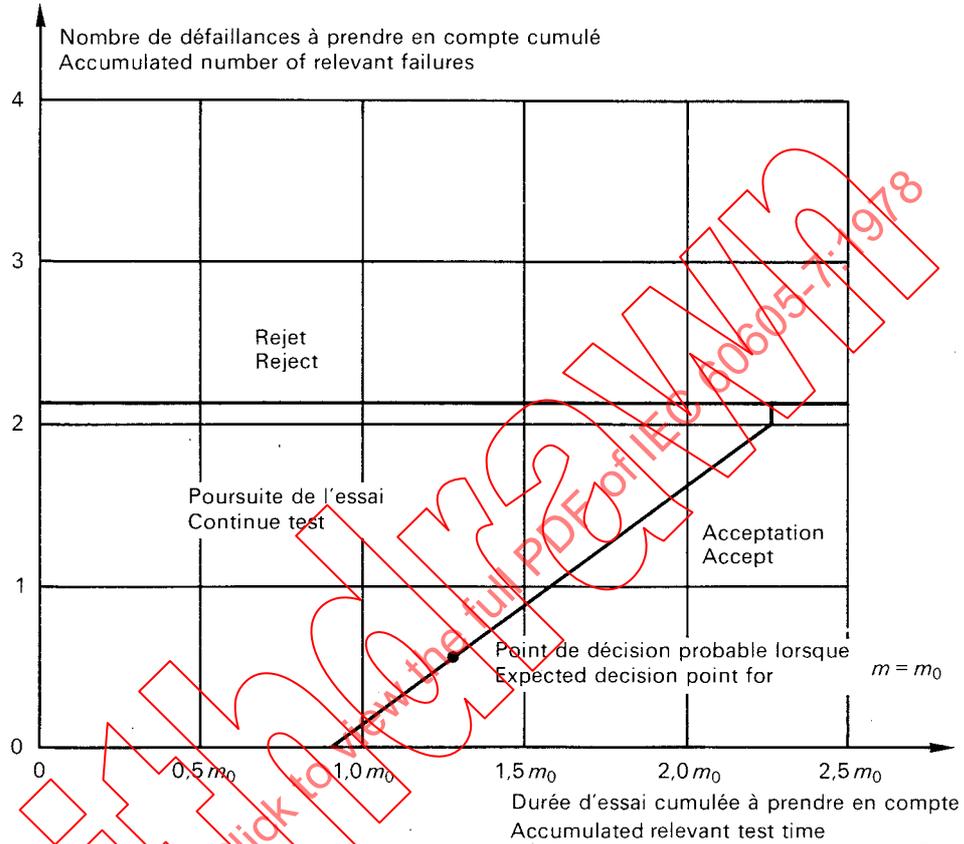
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:9**

$\alpha = 0,30$   $\beta = 0,30$   $D_m = 2,0$

**Test plan 4:9**

$\alpha = 0.30$   $\beta = 0.30$   $D_m = 2.0$



275/78

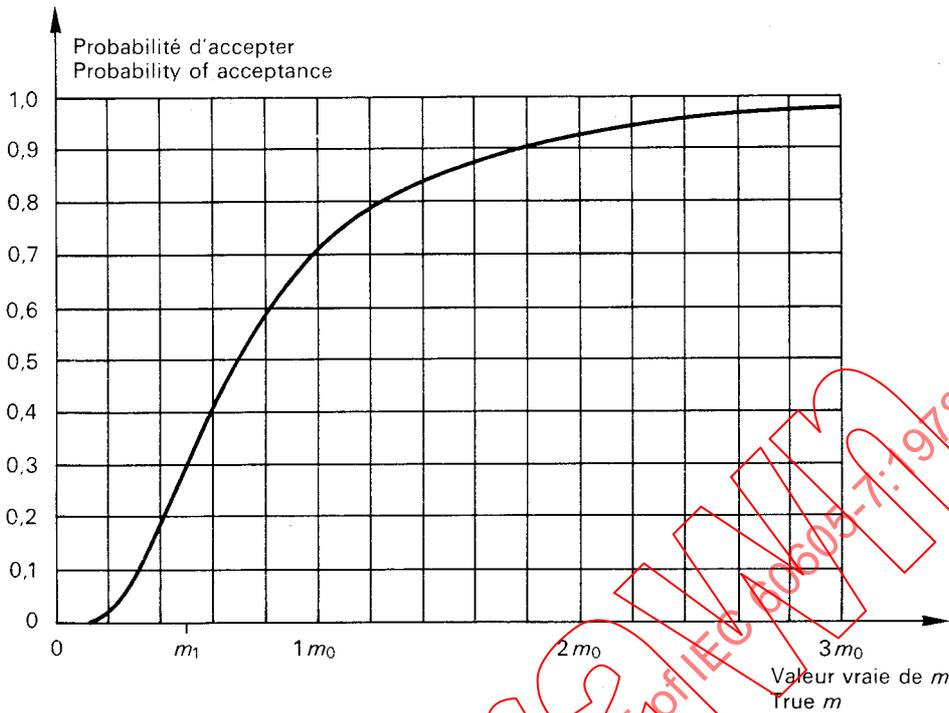
Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	0,86
1	—	1,55
2	—	2,25

Toujours rejeter si 3 défauts ou davantage.

Always reject at 3 failures or more.

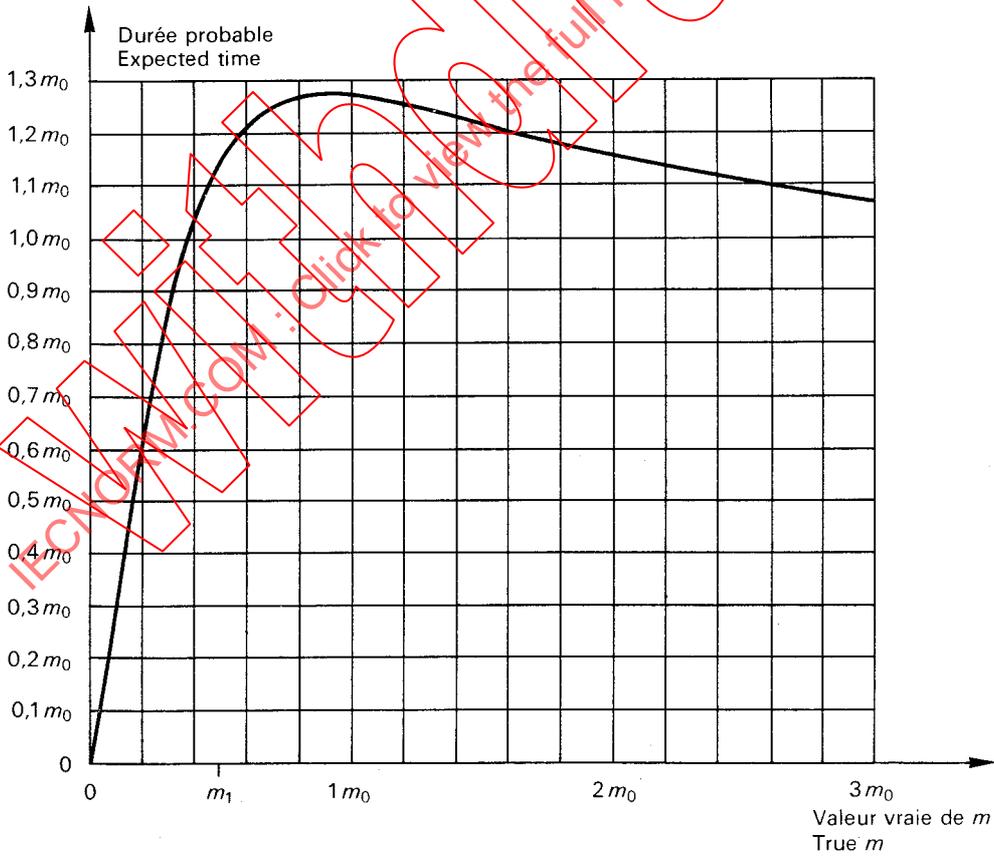
Plan d'échantillonnage 4:9

Test plan 4:9



276/78

Courbe d'efficacité  
Operating characteristic curve.



277/78

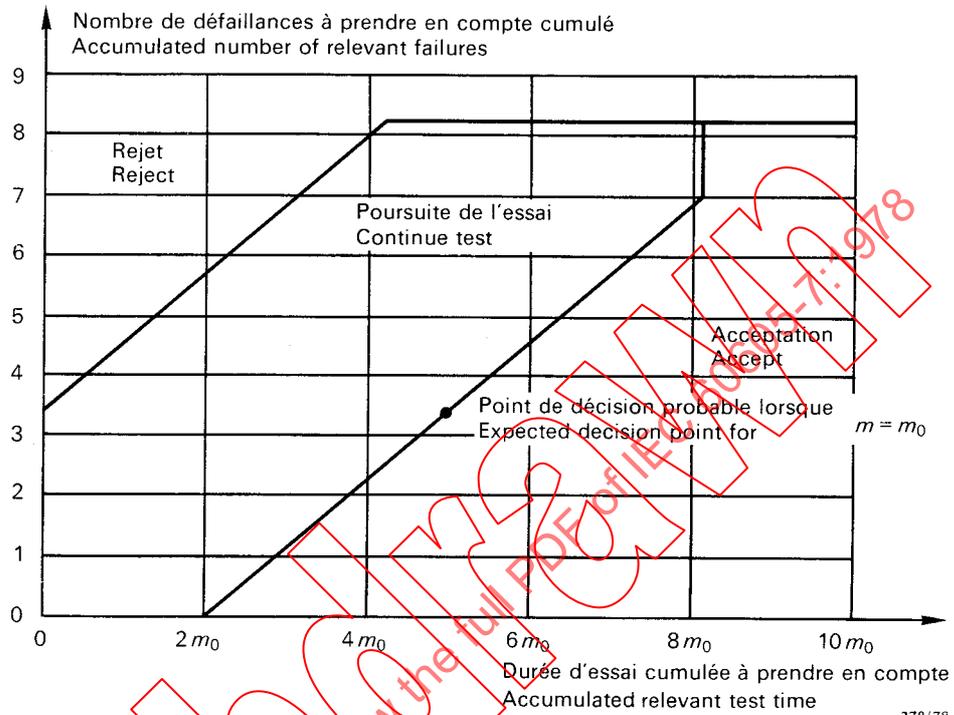
Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

**Plan d'échantillonnage 4:10**

$\alpha = 0,35$   $\beta = 0,40$   $D_m = 1,25$

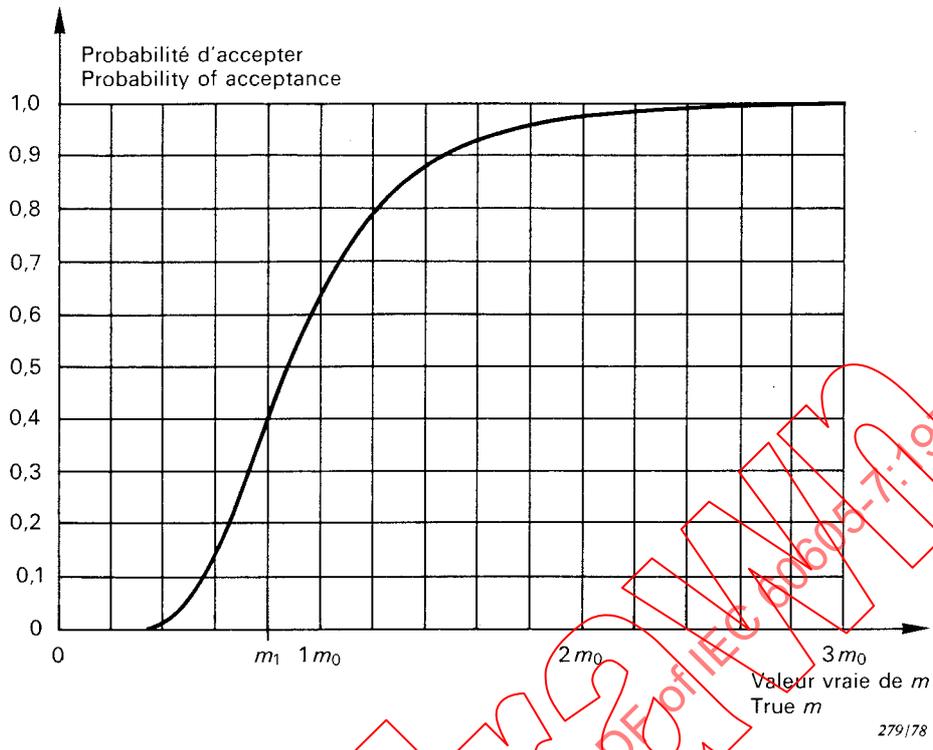
**Test plan 4:10**

$\alpha = 0.35$   $\beta = 0.40$   $D_m = 1.25$

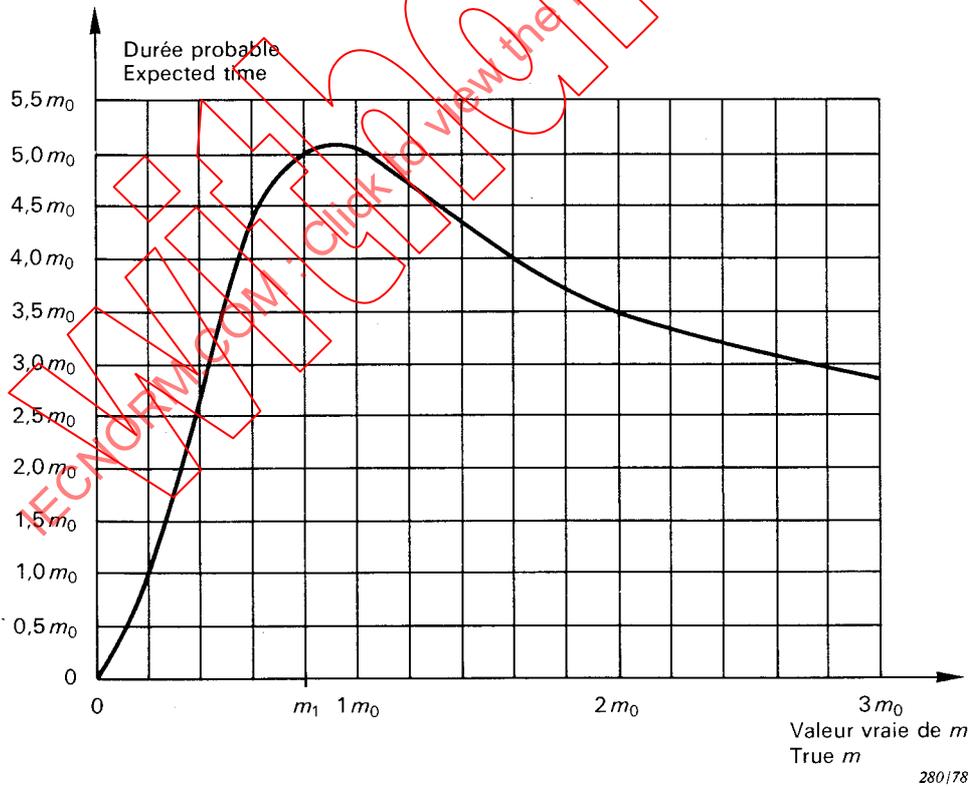


Nombre de défaillances à prendre en compte Number of relevant failures	Durée d'essai cumulée à prendre en compte (multiples de $m_0$ ) Accumulated relevant test time in multiples of $m_0$	
	Rejet (inférieur ou égal) Reject (equal or less)	Acceptation (supérieure ou égale) Accept (equal or more)
0	—	2,00
1	—	2,89
2	—	3,79
3	—	4,68
4	0,45	5,57
5	1,34	6,46
6	2,24	7,36
7	3,13	8,25
8	4,02	8,25

Toujours rejeter si 9 défauts ou davantage.  
Always reject at 9 failures or more.



Courbe d'efficacité.  
Operating characteristic curve.



Valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.  
Expected relevant test time to decision.

## 5. Essais tronqués-censurés

Cet article donne les plans d'échantillonnage préférentiels pour les essais tronqués-censurés avec leurs courbes d'efficacité et la valeur moyenne de la durée d'essai à prendre en compte au moment de la décision.

### 5.1 Caractéristiques des plans d'essais tronqués-censurés

Les essais tronqués-censurés donnés dans ce paragraphe sont caractérisés par :

$m_0$  = valeur acceptable spécifiée de la caractéristique de fiabilité

$\alpha$  = risque du fournisseur

$\beta$  = risque du client

$D_m$  = rapport de discrimination pour la moyenne des temps de bon fonctionnement.

Le risque du fournisseur  $\alpha$  est la probabilité de rejet d'un équipement tel que  $m = m_0$ .

Le risque du client  $\beta$  est la probabilité d'accepter un équipement tel que  $m = m_1$ , où  $m_1$  est la valeur inacceptable de la caractéristique de fiabilité.

Le rapport de discrimination pour la moyenne des temps de bon fonctionnement est défini ici par :

$$D_m = \frac{m_0}{m_1}$$

### 5.2 Tableau et graphiques des plans d'échantillonnage pour les essais tronqués-censurés

Le tableau ci-dessous récapitule les plans d'échantillonnage recommandés pour les essais tronqués-censurés avec les critères de décision. Le temps d'essai à prendre en compte est cumulé soit jusqu'à dépasser une quantité prédéterminée de temps d'essai à prendre en compte (acceptation) soit jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de défaillances à prendre en compte ait apparu (rejet).

N° du plan	Caractéristiques des plans		Durée limite	Nombre de défaillances limite	Valeurs vraies des risques %		
	Nominales %				$m = m_0$ $\alpha'$	$m = m_1$ $\beta'$	
	$\alpha$	$\beta$	$D_m$	Multiples de $m_0$			
5:1	10	10	1,5	30,0	37	12,0	9,9
5:2	10	10	2	9,4	14	9,6	10,6
5:3	10	10	3	3,1	6	9,4	9,9
5:4	10	10	5	1,10	3	10,0	8,8
5:5	20	20	1,5	14,1	18	18,0	21,7
5:6	20	20	2	3,9	6	20,0	21,0
5:7	20	20	3	1,46	3	18,1	18,8
5:8	30	30	1,5	5,3	7	28,3	32,0
5:9	30	30	2	1,84	3	28,0	28,9
5:10	35	40	1,25	6,7	8	35,7	40,2