

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-37**

Première édition
First edition
1973

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais

Essai Fdc: Vibrations aléatoires à large bande –
Reproductibilité basse

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests

Test Fdc: Random vibration wide band –
Reproducibility low



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-2-37: 1973

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
68-2-37**

Première édition
First edition
1973

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais

Essai Fdc: Vibrations aléatoires à large bande –
Reproductibilité basse

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests

Test Fdc: Random vibration wide band –
Reproducibility low

© CEI 1973 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

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Objet	6
3. Montage et contrôle	6
4. Recherche de résonances	10
5. Exigences sur le mouvement vibratoire	12
6. Mesures initiales	14
7. Excitation avant exécution de l'épreuve	14
8. Epreuve	16
9. Mesures finales	16
FIGURES	22
ANNEXE A — Méthode de validation	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. Object	7
3. Mounting and control	7
4. Resonance searches	11
5. Vibration motion requirements	13
6. Initial measurements	15
7. Excitation prior to conditioning	15
8. Conditioning	17
9. Final measurements	17
FIGURES	22
APPENDIX A — Confirmation method	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

**Deuxième partie: Essais — Essai Fdc:
Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité Basse**

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 recommandation a été établie par le Sous-Comité 50A: Essais de chocs et de vibrations, du Comité d'Etudes N° 50 de la CEI: Essais climatiques et mécaniques.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1968. Un nouveau projet fut discuté lors de la réunion tenue à Téhéran en 1969, à la suite de laquelle un projet définitif, document 50A (Bureau Central)133, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1971.

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

Allemagne	Israël
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pologne
Danemark	Portugal
Etats-Unis	Royaume-Uni
d'Amérique	Suède
Finlande	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Fdc:

Random vibration wide band — Reproducibility Low

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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 50A, Shock and Vibration Tests, of IEC Technical Committee No. 50, Environmental Testing.

A first draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1968. A new draft was discussed at the meeting held in Tehran in 1969, as a result of which a final draft, document 50A(Central Office)133, was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Norway
Belgium	Poland
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	Sweden
Finland	Turkey
Germany	United Kingdom
Hungary	United States
Israel	of America

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

Deuxième partie: Essais — Essai Fdc: Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité Basse

1. Introduction

Les exigences fondamentales pour l'essai de vibrations aléatoires à large bande sont données dans la Publication 68-2-34 de la CEI: Essai Fd: Exigences générales. En plus, on a spécifié trois degrés de Reproductibilité possibles, appelés Haute, Moyenne et Basse Reproductibilités et désignés essais Fda, Fdb et Fdc respectivement. Chacun de ceux-ci forme une publication de la CEI séparée, complète, avec ses méthodes de validation recommandées. Tous les renseignements dont a besoin le rédacteur de la spécification particulière sont, de ce fait, dans l'essai Fd, alors que ceux qui sont nécessaires à l'ingénieur d'essai sont inclus dans les essais Fda, Fdb ou Fdc suivant ce qui est spécifié.

Il est fortement recommandé à tous les utilisateurs de lire la Publication 68-2-34 de la CEI avec la présente publication.

Il convient de noter que deux termes particulièrement importants pour les essais de vibrations aléatoires sont fréquemment mentionnés dans le texte de cette publication.

Ils sont définis ici pour rendre le texte aussi clair que possible pour le lecteur.

La densité spectrale d'accélération (abrégée ci-après en D.S.A.) est la densité spectrale de la variable accélération et s'exprime en unités d'accélération au carré par unité de fréquence.

Le spectre de la D.S.A. définit la façon dont la D.S.A. varie dans la plage de fréquence.

2. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier l'aptitude des composants et des matériels à supporter des sévérités spécifiées de vibrations aléatoires.

Cet essai est applicable aux matériels et aux composants qui, en service, peuvent être soumis à des vibrations de nature stochastique. Le but de cet essai est de mettre en évidence une défaillance mécanique ou une dégradation des caractéristiques spécifiées, ou les deux, et d'utiliser ces renseignements avec la spécification particulière pour décider si le spécimen est acceptable ou non.

Pendant l'application de la contrainte mécanique (épreuve) spécifiée par le présent essai, le spécimen est soumis à des vibrations aléatoires d'un niveau donné et dans une large bande de fréquences. En raison des réactions mécaniques complexes du spécimen et de son support, cet essai requiert un soin particulier pour sa préparation et son exécution, ainsi que pour confirmer que l'on a satisfait aux exigences spécifiées.

3. Montage et contrôle

3.1 Généralités

Le spécimen doit être fixé sur le plateau de la machine vibrante soit directement, soit au moyen d'un support comme il est dit plus loin. Les supports de montage doivent être tels que l'on puisse faire vibrer le spécimen suivant les différents axes spécifiés pour l'épreuve.

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Fdc:

Random vibration wide band – Reproducibility Low

1. Introduction

The basic requirements for the random vibration test, wide band, are given in IEC Publication 68-2-34, Test Fd, General Requirements. In addition, three possible degrees of Reproducibility have been specified called High, Medium and Low and designated Test Fda, Fdb and Fdc respectively. Each of these forms a separate IEC publication complete with its recommended confirmation procedures. All the information required by the relevant specification writer is therefore contained in Test Fd, whilst that needed by the test engineer is contained in Tests Fda, Fdb or Fdc, whichever is specified.

It is strongly recommended that all users read IEC Publication 68-2-34 in conjunction with this publication.

It should be noted that two terms of particular importance to the subject of random vibration testing are referred to frequently throughout the text of this publication.

They are defined here to ensure that the text is made as clear as possible to the reader.

Acceleration spectral density (hereinafter abbreviated to A.S.D.) is the spectral density of an acceleration variable and is given in units of acceleration squared per unit frequency.

A.S.D. spectrum defines the way the A.S.D. varies within the frequency range.

2. Object

To determine the ability of components and equipment to withstand specified severities of random vibration.

This random vibration test is applicable to components and equipments which may in service be subjected to conditions involving vibration of a stochastic nature. The purpose of the test is to determine mechanical weakness and/or degradation in specified performance and to use this information in conjunction with the relevant specification to decide whether a specimen is acceptable or not.

During the application of the environmental stress (conditioning) specified by this test, the specimen is subjected to random vibration of a given level within a wide frequency band. Due to complex mechanical reactions from the specimen and its fixtures, this test requires particular care in its preparation and performance, and in the confirmation of the specified requirements.

3. Mounting and control

3.1 General

The specimen shall be mechanically connected to the vibrator either directly or by means of a fixture as specified below. Mounting fixtures shall be such as to enable the specimen to be vibrated along the various axes specified for conditioning.

3.2 *Montage des composants*

Si le composant est pourvu d'un dispositif de fixation spécifique, il doit être monté à l'aide de ce dispositif de la manière prescrite par la spécification particulière et tout dispositif de bridage supplémentaire créant des contraintes devrait être évité.

Si le composant n'est pas pourvu de dispositif de fixation spécifique, il sera monté de telle sorte que l'épreuve charge dynamiquement à la fois le corps et les sorties, ou les sorties seulement, suivant ce que prescrit la spécification particulière.

Sauf spécification contraire, les composants destinés à être montés par leurs sorties doivent être fixés par ces sorties à 6 ± 1 mm de leurs corps. Les connexions extérieures nécessaires pour l'exécution des mesures et l'alimentation des composants ne devraient ajouter à l'ensemble qu'un minimum de contrainte et de masse.

3.3 *Montage des matériels*

Le matériel doit être assujéti au plateau de la machine vibrante par ses dispositifs normaux de fixation ou comme prescrit par la spécification particulière. Tout support ou système de bridage supplémentaire est à éviter. Tout organe de liaison avec le matériel (tel que câble, tuyau, etc.) devrait être disposé de telle sorte qu'il n'impose pas plus de contrainte ou de masse qu'il ne le ferait lorsque le matériel est en service.

Le matériel prévu pour être utilisé avec amortisseurs de vibrations doit être monté sur ses amortisseurs pendant l'essai, sauf stipulation contraire de la spécification particulière.

3.4 *Points de référence et de contrôle*

La satisfaction aux exigences de l'essai se vérifie par des mesures faites aux points de référence et aux points de contrôle liés aux points de fixation du spécimen.

Dans le cas d'un grand nombre de petits spécimens montés sur un seul support, les points de référence ou de contrôle, ou les deux, peuvent être liés au support plutôt qu'aux points de fixation des spécimens, lorsque le mode de résonance le plus bas du support chargé est au-dessus de la limite supérieure de fréquence f_2 .

3.4.1 *Point de fixation*

Un point de fixation est défini comme une partie du spécimen en contact avec le support ou la table vibrante en un point où le spécimen est normalement fixé en utilisation. Si une partie de la structure normale de montage est utilisée comme support, les points de fixation seront pris comme étant ceux de la structure de montage et non ceux du spécimen.

3.4.2 *Point de contrôle*

Un point de contrôle est normalement un point de fixation. Il doit être aussi près que possible du point de fixation et, en tout cas, lui être rigidement lié.

S'il y a quatre ou moins de quatre points de fixation, chacun d'eux devra être utilisé comme point de contrôle. S'il y a plus de quatre points de fixation, quatre d'entre eux, représentatifs et définis par la spécification particulière, serviront de points de contrôle.

Note. — Pour les spécimens grands et complexes, il importe que les points de contrôle soient définis dans la spécification particulière.

3.2 *Mounting of components*

If the component is provided with specific means of mounting, these shall be used as prescribed by the relevant specification and any restraining straps should be avoided.

The mounting of components not provided with specific means of mounting shall be such that the conditioning should dynamically load the body and/or its terminations, as prescribed in the relevant specification.

Unless otherwise specified, components intended for mounting by their leads shall have their leads clamped at 6 ± 1 mm from the body. External connections necessary for measuring and supply purposes should add the minimum restraint and mass.

3.3 *Mounting of equipment*

Equipment shall be fastened to the vibrator table by its normal means of attachment or as stated in the relevant specification. Any additional stays or straps should be avoided. Any connections to the equipment (such as cables, pipes, etc.) should be so arranged that they impose no more restraint or mass than they would when the equipment is installed in its operational position.

Equipment intended for use with vibration isolators should be mounted on its isolators when tested, if not otherwise stated in the relevant specification.

3.4 *Reference and control points*

The test requirements are confirmed by measurements made at the reference point and, in certain cases, at control points, all related to fixing points of the specimen. Measurements at the control points are necessary only when a fictitious reference point is specified.

In the case of a large number of small specimens mounted on one fixture, the reference and/or the control points may be related to the fixture rather than to the specimens, when the lowest resonance mode of the loaded fixture is above the upper test frequency limit f_2 .

3.4.1 *Fixing point*

A fixing point is defined as a part of the specimen in contact with the fixture or vibration table at a point where the specimen is normally fastened in service. If a part of the real mounting structure is used as the fixture, the fixing points shall be taken as those of the mounting structure and not of the specimen.

3.4.2 *Control point*

A control point is normally a fixing point. It shall be as close as possible to the fixing point and in any case shall be rigidly connected to the fixing point.

If a fictitious reference point is specified, and four or less fixing points exist, each shall be used as a control point. If more than four fixing points exist, four representative ones shall be defined in the relevant specification, these to be used as control points.

Note. — For large and/or complex specimens, it is important that the control points are defined in the relevant specification.

3.4.3 Point de référence

Le point de référence est le point unique d'où le signal de référence est obtenu pour s'assurer de la satisfaction aux exigences de l'essai; il est considéré comme représentant le mouvement du spécimen. Ce peut être un point de contrôle ou un point fictif créé par un traitement manuel ou automatique des signaux provenant des points de contrôle.

Si l'on utilise un point fictif, le spectre du signal de référence est défini comme étant la moyenne arithmétique, pour chaque fréquence, des valeurs de la D.S.A. des signaux provenant de tous les points de contrôle. Dans ce cas, la valeur efficace totale du signal de référence est équivalente à la valeur moyenne quadratique de la valeur efficace des signaux provenant des points de contrôle.

La spécification particulière doit indiquer le point à utiliser, ou comment il doit être choisi. Pour les spécimens grands ou complexes, il est recommandé d'utiliser un point fictif.

4. Recherche de résonances

Si la spécification particulière demande une recherche de résonances, les tolérances données dans l'essai de vibrations sinusoïdales dans la Publication 68-2-6 de la CEI, Essais—Essai Fc, Vibrations sinusoïdales, sont applicables durant les phases d'essai en régime sinusoïdal décrites ci-dessous.

4.1 Amplitude sinusoïdale

Sauf indication contraire de la spécification particulière, l'amplitude sinusoïdale à utiliser pour les recherches de résonances est déterminée par le niveau de D.S.A. spécifié (voir tableau I). Cette amplitude doit être appliquée au point de référence.

Si l'on doit utiliser un point de référence fictif pendant l'épreuve en vibrations aléatoires, l'amplitude sinusoïdale sera appliquée au point de contrôle.

TABLEAU I

Niveau spécifié		Amplitude sinusoïdale (valeurs de crête)	
$(m/s^2)^2/Hz$	g^2/Hz	m/s^2	g
< 4,8	(< 0,05)	9,8	(1,0)
4,8-19,2	(0,05-0,2)	14,7	(1,5)
> 19,2	(> 0,2)	19,6	(2,0)

4.2 Exécution de la recherche de résonances

On exécute en régime sinusoïdal un balayage complet (aller et retour) de la gamme de fréquence pour les recherches initiale et finale de résonances.

Pendant les recherches, on examinera le spécimen pour déterminer les fréquences auxquelles:

- un mauvais fonctionnement ou une altération des propriétés du spécimen se produisent du fait des vibrations;
- des résonances mécaniques apparaissent.

3.4.3 Reference point

The reference point is the single point from which the reference signal is obtained to confirm the test requirements and is taken to represent the motion of the specimen. It may be a control point or a fictitious point created by manual or automatic processing of the signals from the control points.

If a fictitious point is used, the spectrum of the reference signal is defined as the arithmetic mean at each frequency of the A.S.D. values of the signals from all control points. In this case, the total r.m.s. value of the reference signal is equivalent to the root mean square of the r.m.s. value of the signals from the control points.

The relevant specification shall state the point to be used or how it should be chosen. It is recommended that for large and/or complex specimens a fictitious point is used.

4. Resonance searches

If the relevant specification calls for resonance searches, the tolerances given in the sinusoidal vibration test in IEC Publication 68-2-6: Tests—Test Fc: Vibration (sinusoidal), shall apply during the following sinusoidal test phase.

4.1 Sinusoidal amplitude

Unless otherwise stated in the relevant specification, the sinusoidal amplitude to be used for resonance searches is determined by the specified A.S.D. level (see Table I). This amplitude shall be applied at the reference point.

Where a fictitious reference point is to be used during the random vibration conditioning, this sinusoidal amplitude shall be applied at a control point.

TABLE I

Specified level		Sinusoidal amplitude (peak values)	
$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$	g^2/Hz	m/s^2	g
< 4.8	(< 0.05)	9.8	(1.0)
4.8-19.2	(0.05-0.2)	14.7	(1.5)
> 19.2	(> 0.2)	19.6	(2.0)

4.2 Resonance search procedure

A complete sinusoidal sweep (up and down) of the frequency range shall be carried out for both the initial and final resonance searches.

During the searches, the specimen shall be examined in order to determine frequencies at which:

- specimen malfunctioning and/or deterioration of performance are exhibited which are dependent on vibration;
- mechanical resonances occur.

Le balayage peut être interrompu pour examiner plus soigneusement les effets et déterminer exactement les fréquences.

Pendant la recherche initiale de résonances, tous les niveaux et fréquences auxquels ces effets apparaissent doivent être notés en vue de les comparer à ceux qui seront trouvés lors de la recherche finale de résonances. La spécification particulière doit préciser l'action à entreprendre s'il apparaît un changement quelconque de la fréquence de résonance.

S'il y a lieu, on fera fonctionner le spécimen pendant la recherche de résonances. S'il n'est pas possible d'évaluer le comportement mécanique du spécimen sous l'effet des vibrations parce qu'il est en fonctionnement, on fera un essai supplémentaire de recherche de résonances, le spécimen n'étant pas mis en fonctionnement.

Les dispositions prises pour détecter l'effet produit sur les parties internes du spécimen ne doivent pas modifier de manière appréciable son comportement dynamique global.

Il peut être nécessaire de prévoir en fin d'épreuve un certain temps pour permettre au spécimen de se retrouver dans les mêmes conditions qu'au début de la recherche initiale de résonances, par exemple en ce qui concerne la température.

5. Exigences sur le mouvement vibratoire

5.1 *Mouvement fondamental*

Le mouvement fondamental aux points de fixation du spécimen doit être rectiligne et de nature stochastique, avec distribution normale (gaussienne) des valeurs instantanées de l'accélération. Les points de fixation doivent en outre avoir des mouvements sensiblement identiques.

5.2 *Distribution*

La distribution des valeurs instantanées d'accélération au point de référence doit être normale à l'intérieur de la bande de tolérance donnée à la figure 1, page 22. Si l'on utilise un point fictif, la distribution s'applique à un point de contrôle.

Note. — Pour la plupart des équipements d'essai en vibrations aléatoires, la distribution tombe à l'intérieur de la bande de tolérance; en conséquence, la validation n'a besoin d'être faite que dans des circonstances exceptionnelles. Néanmoins, il est recommandé que, chaque fois que possible, la forme d'onde de l'accélération soit examinée visuellement pour s'assurer de la présence de pointes d'au moins 2,5 fois la valeur efficace du signal.

5.3 *Le spectre de D.S.A. et accélération efficace totale*

Le niveau de D.S.A. et la gamme de fréquence sont donnés dans la spécification particulière. Le spectre de D.S.A. doit être comme indiqué à la figure 2, page 23. Ces quantités déterminent ensemble la valeur nominale efficace totale de l'accélération. On peut trouver cette valeur dans les tableaux IIIa) et IIIb).

Les tolérances sur la valeur de la D.S.A. telle qu'elle est donnée par le matériel d'analyse et sur les valeurs vraies de l'accélération efficace totale sont indiquées dans le tableau II. Comme on peut le voir dans ce tableau, la tolérance sur la valeur vraie de l'accélération efficace totale est plus serrée que la tolérance sur la valeur indiquée de la D.S.A.

Les mesures d'accélération pour validation du mouvement doivent seulement être faites dans la direction désirée, au point de référence.

La validation de la D.S.A. peut être faite par toute méthode appropriée aux tolérances données. Cependant, il est recommandé de choisir la méthode de validation donnée dans l'annexe A.

The sweep may be interrupted in order to examine the effects more carefully and find the exact frequencies.

During the initial resonance search, all frequencies and amplitudes at which these effects occur shall be noted for comparison with those found in the final search. The relevant specification shall state what action should be taken if any change of resonance frequency occurs.

The specimen should be functioning during the resonance search, if appropriate. Where the mechanical vibrational characteristics cannot be assessed because the unit is functioning, an additional resonance search with the specimen non-functioning shall be carried out.

Any arrangement made to detect the effect upon internal parts shall not substantially change the dynamic behaviour of the specimen as a whole.

It may be necessary to provide a period of time after the conditioning in which to allow the specimen to attain the same condition as existed at the beginning of the initial resonance search, e.g. as regards temperature.

5. Vibration motion requirements

5.1 Basic motion

The basic motion of the fixing points of the specimen shall be rectilinear and of a stochastic nature with a normal (gaussian) distribution of instantaneous acceleration values. They shall also have substantially identical motions.

5.2 Distribution

The distribution of instantaneous acceleration values at the reference point shall be normal within the tolerance band given in Figure 1, page 22. If a fictitious point is used, the distribution applies to a control point.

Note. — For most random vibration testing, the distribution falls within the tolerance band; therefore confirmation need only be done in exceptional circumstances. Nevertheless, where possible it is recommended that the acceleration waveform be visually examined to ensure that peaks of at least 2.5 times the r.m.s. value of the signal are present.

5.3 A.S.D. spectrum and total r.m.s. acceleration requirements

The A.S.D. level and frequency range are stated in the relevant specification. The spectrum shall be as shown in Figure 2, page 23. These quantities together determine the nominal total r.m.s. value of the acceleration. This value can be found in Tables IIIa) and IIIb).

The tolerances on the indicated values of the A.S.D. as read from the analysing equipment and the true total r.m.s. acceleration values are given in Table II. As seen from the table, the tolerance on the true total r.m.s. value is considerably tighter than the tolerance on the indicated value of the A.S.D.

Acceleration measurements for confirmation of the motion requirements need be made only in the intended direction at the reference point.

Confirmation of the A.S.D. tolerances may be performed with any method appropriate to the tolerances given. However, it is recommended that the confirmation method given in Appendix A be used.

TABLEAU II

Tolérances sur	
la D.S.A. lue	l'accélération efficace totale vraie de f_1 à f_2
± 3 dB	$\pm 2,0$ dB

Note. — Dans le cas particulier où un spectre en forme est spécifié, on peut encore utiliser la méthode de validation donnée dans l'annexe A.

5.4 Valeurs de l'accélération efficace totale dans la gamme de fréquence spécifiée

Les valeurs de l'accélération efficace totale requises sont données dans les tableaux IIIa) et IIIb). Pour valider ces valeurs, il faut utiliser un filtre passe-bas. Ce filtre passe-bas doit avoir sa fréquence de coupure (point à 3 dB) à la fréquence f_2 . Si la bande passante à 3 dB diffère de plus de 2% de la bande équivalente de bruit obtenue en mesurant le signal de sortie du filtre attaqué par un bruit blanc, il faut en tenir compte en utilisant les valeurs efficaces calculées que donne ce tableau.

5.5 Limitations de déplacement

Tous les vibreurs ont des limitations de déplacement. Il peut être nécessaire d'insérer un filtre passe-haut avant l'amplificateur de puissance afin de limiter les déplacements de crête.

Note. — S'il faut réduire la D.S.A. dans le région des fréquences basses à cause des limites de déplacement du vibreur, cette réduction sera notée et agréée par le client et le fournisseur.

6. Mesures initiales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

Si la spécification particulière requiert de faire des recherches de résonances avant et après épreuve, toute la séquence des opérations, y compris la recherche de résonances, sera exécutée suivant un premier axe et répétée ensuite suivant les autres axes. La méthode de recherche de résonances est donnée au paragraphe 4.2.

7. Excitation avant exécution de l'épreuve

Quand on utilise des vibrations sinusoïdales pour les recherches de résonances, la durée de cette phase doit être aussi courte que possible. L'amplitude à utiliser est donnée au paragraphe 4.1.

La totalité de l'essai, y compris la mesure de la réponse en fréquence, les recherches de résonances et l'épreuve, doit être exécutée sans enlever le spécimen du vibreur. L'essai est alors entièrement repris pour chacun des autres axes de vibration.

Avant exécution de l'épreuve en vibrations aléatoires au niveau spécifié, il peut être nécessaire d'effectuer, à plus bas niveau, une excitation préliminaire en vibrations aléatoires du spécimen à essayer, aux fins d'égaleisation et d'analyse préliminaire. Il importe qu'à ce moment le niveau et la durée d'application soient aussi réduits que possible.

TABLE II

Tolerance limits for	
Indicated value of A.S.D.	True total r.m.s. (f_1 to f_2)
± 3 dB	± 2.0 dB

Note. — In the special case where a shaped spectrum is specified, the confirmation method given in Appendix A may still be used.

5.4 *Total r.m.s. acceleration values within the specified frequency range*

The required total r.m.s. acceleration values are given in Tables IIIa) and IIIb). In order to confirm these values, a low-pass filter shall be used. This low-pass filter shall have its cut-off frequency (3 dB point) at the frequency f_2 . If the 3 dB bandwidth differs by more than 2% from the equivalent noise bandwidth obtained when measuring the output from the filter with a white noise input signal, this should be taken into consideration when using the calculated r.m.s. values of the table.

5.5 *Displacement limitations*

All vibrators have displacement limitations. It may be necessary to insert a high-pass filter before the power amplifier in order to limit the peak displacements.

Note. — If the A.S.D. must be reduced in the low frequency region due to the displacement limits of the vibrator, the reduction shall be noted and agreed between customer and supplier.

6. **Initial measurements**

The specimen shall be electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

If the relevant specification calls for resonance searches before and after conditioning, the complete test sequence, including resonance search, should be performed in one axis and repeated for the other axes. The resonance search procedure is given in Sub-clause 4.2.

7. **Excitation prior to conditioning**

When applying sinusoidal vibration for resonance searches, the time should be kept to a minimum. The amplitude to be used is given in Sub-clause 4.1.

The complete test sequence, including any resonance searches, and the conditioning, shall be carried out in one axis without removing the specimen from the vibrator. The complete test sequence is then repeated in each of the other axes.

Prior to the application of the random vibration conditioning at the specified level, a preliminary random excitation of the actual test specimen may be necessary at a lower level for equalization and preliminary analysis. It is important that, at this time, the level and time of application be kept to a minimum.

Lorsqu'on travaille en vibrations aléatoires, les temps de préparation suivants sont alloués :

- à moins de 25% du niveau spécifié : pas de limite de durée ;
- entre 25% et 50% du niveau spécifié : 1,5 fois la durée d'épreuve spécifiée ;
- entre 50% et 100% du niveau spécifié : 10% de la durée d'épreuve spécifiée.

Il faut noter que ces temps de préparation ne doivent pas venir en déduction de la durée d'épreuve spécifiée.

8. Epreuve

Sauf prescription contraire de la spécification particulière, on doit faire vibrer le spécimen successivement suivant trois axes perpendiculaires entre eux et choisir de telles sorte que les défaillances aient toutes chances d'être mises en évidence. La sévérité doit être donnée par la spécification particulière. S'il y a lieu, et sauf prescription contraire de la spécification particulière, les matériels doivent être en fonctionnement pendant l'épreuve afin de mettre en évidence aussi bien les effets sur le fonctionnement que les effets mécaniques.

Pour les composants, la spécification particulière doit stipuler si des vérifications électriques sont requises pendant l'épreuve, et à quelle phase de l'épreuve elles sont prescrites.

L'accélération efficace totale dans la bande de fréquence spécifiée doit être mesurée et contrôlée pendant toute la durée de l'épreuve. Les valeurs appropriées sont données dans les tableaux IIIa) et IIIb) et les tolérances au paragraphe 5.3.

On doit prélever des échantillons de l'évolution de l'accélération instantanée en fonction du temps afin de valider la D.S.A. Chaque échantillon doit couvrir une durée minimale égale à deux fois le temps maximal pris par l'équipement d'analyse pour déterminer la moyenne. Il suffit d'un échantillon lorsque les durées d'épreuve ne dépassent pas 10 min. Pour des durées plus longues, des échantillons doivent être prélevés au début et à la fin de l'épreuve. Si, durant l'épreuve, on modifie les réglages du système de vibration, il faut prélever un échantillon supplémentaire aussitôt après la modification. Pour les longues durées d'épreuve, il est recommandé de prélever des échantillons supplémentaires pendant l'épreuve.

La validation de la D.S.A. devra être faite soit pendant, soit après l'épreuve.

9. Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

Si des recherches de résonances sont requises, on fera une recherche finale de résonances suivant les indications du paragraphe 4.2.

When applying random vibration, the permitted set-up time is as follows:

- less than 25% of the specified level: no time limit;
- between 25% and 50% of the specified level: 1.5 times the specified test time;
- between 50% and 100% of the specified level: 10% of the specified test time.

It should be noted that these set-up times shall not be subtracted from the specified duration of conditioning.

8. Conditioning

Unless otherwise stated in the relevant specification, the specimen shall be vibrated in three mutually perpendicular axes in turn, which should be so chosen that faults are most likely to be revealed. The severity is to be found in the relevant specification. Unless otherwise stated by the relevant specification, equipment should be functioning during the conditioning if appropriate, in order to determine functional as well as mechanical effects.

For components, the relevant specification shall state whether or not electrical checks are required during conditioning and at what stage in the conditioning they are required.

During the entire conditioning period, the total r.m.s. acceleration within the specified frequency range shall be measured and controlled. The appropriate values are given in Tables IIIa) and IIIb) and the tolerances are given in Sub-clause 5.3.

Samples of the instantaneous acceleration time history shall be taken during the conditioning for the purpose of confirmation of the A.S.D. Each sample shall extend over a minimum period of time of twice the maximum averaging time of the analysis equipment used. One sample is sufficient for conditioning durations not exceeding 10 min. For longer durations, samples shall be taken at the beginning and end of the conditioning. If a change in the settings of the vibration system is made during the endurance conditioning, an additional sample shall be taken immediately following the change. For long durations of conditioning, it is recommended that additional samples are taken during the conditioning period.

The A.S.D. confirmation shall be done either during or after the conditioning.

9. Final measurements

The specimen shall be electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

If resonance searches are required, a final resonance search shall be performed as described in Sub-clause 4.2.

TABLEAU IIIa)

~~Valeurs de l'accélération efficace totale~~

Ce tableau donne l'accélération efficace totale en «g» pour un spectre rectangulaire, pour chaque gamme de fréquence et chaque D.S.A.

D.S.A. spécifiée g ² /Hz	Gamme de fréquence spécifiée de f_1 à f_2 (Hz)										Valeurs de l'accélération efficace totale (en «g»)	
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-2 000		50-5 000
0,0005	0,27	0,31	0,26	0,31	0,26	0,30	0,49	1,0	1,6	0,47	1,0	1,6
0,001	0,38	0,44	0,37	0,44	0,36	0,43	0,69	1,4	2,2	0,67	1,4	2,2
0,002	0,54	0,63	0,53	0,62	0,51	0,60	0,98	2,0	3,2	0,95	2,0	3,2
0,005	0,85	0,99	0,84	0,98	0,81	0,95	1,6	3,2	5,0	1,5	3,1	5,0
0,01	1,2	1,4	1,2	1,4	1,1	1,3	2,2	4,5	7,1	2,1	4,4	7,0
0,02	1,7	2,0	1,7	1,9	1,6	1,8	3,1	6,3	10	3,0	6,3	10
0,05	2,7	3,1	2,6	3,1	2,6	3,0	4,9	10	16	4,7	10	16
0,1	3,8	4,4	3,7	4,4	3,6	4,3	6,9	14	22	6,7	14	22
0,2	5,4	6,3	5,3	6,2	5,1	6,0	9,8	20	32	9,5	20	32
0,5	8,5	9,9	8,4	9,8	8,1	9,5	16	32	50	15	31	50
1,0	12	14	12	14	11	13	22	45	71	21	44	70
2,0	17	20	17	19	16	19	31	63	100	30	63	100
5,0	27	31	26	31	26	30	49	100	158	47	100	157
10,0	38	44	37	44	36	43	69	141	223	67	140	222

TABLE III(a)

Total r.m.s. acceleration values

The table shows the total r.m.s. acceleration in "g" units for a square-shaped spectrum for each frequency range and each A.S.D.

Specified A.S.D. g ² /Hz	Specified frequency range from f_1 to f_2 (Hz)									
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-5 000
Total r.m.s. acceleration (in "g" units)										
0.0005	0.27	0.31	0.26	0.31	0.26	0.30	0.49	1.0	1.6	1.6
0.001	0.38	0.44	0.37	0.44	0.36	0.43	0.69	1.4	2.2	2.2
0.002	0.54	0.63	0.53	0.62	0.51	0.60	0.98	2.0	3.2	3.2
0.005	0.85	0.99	0.84	0.98	0.81	0.95	1.6	3.2	5.0	5.0
0.01	1.2	1.4	1.2	1.4	1.1	1.3	2.2	4.5	7.1	7.0
0.02	1.7	2.0	1.7	1.9	1.6	1.9	3.1	6.3	10	10
0.05	2.7	3.1	2.6	3.1	2.6	3.0	4.9	10	16	16
0.1	3.8	4.4	3.7	4.4	3.6	4.3	6.9	14	22	22
0.2	5.4	6.3	5.3	6.2	5.1	6.0	9.8	20	32	32
0.5	8.5	9.9	8.4	9.8	8.1	9.5	16	32	50	50
1.0	12	14	12	14	11	13	22	45	71	70
2.0	17	20	17	19	16	19	31	63	100	100
5.0	27	31	26	31	26	30	49	100	158	157
10.0	38	44	37	44	36	43	69	141	223	222

TABLEAU IIIb)

~~Valeurs de l'accélération efficace totale~~

~~Ce tableau donne l'accélération efficace totale en m/s^2 pour un spectre rectangulaire, pour chaque gamme de fréquence et chaque D.S.A.~~

D.S.A. spécifiée (m/s²)/Hz	Gamme de fréquence spécifiée f_1 à f_2 (Hz)											
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-2 000	50-5 000	
	Valeurs de l'accélération efficace totale (en m/s²)											
0,048	2,65	3,04	2,55	3,04	2,55	2,94	4,81	9,81	15,7	0,46	9,81	15,7
0,096	3,73	4,32	3,62	4,31	3,33	4,22	6,77	13,7	21,6	0,66	13,7	21,6
0,192	5,30	6,20	5,20	6,08	5,00	5,89	9,61	19,6	31,4	0,93	19,6	31,4
0,48	8,33	9,71	8,24	9,61	7,95	9,32	15,7	31,4	49,1	1,47	30,4	49,1
0,96	11,8	13,7	11,8	13,7	10,8	12,8	21,6	44,1	69,7	2,06	43,2	68,7
1,92	16,7	19,6	16,7	18,6	15,7	18,6	30,4	61,8	98,1	2,94	61,8	98,1
4,8	26,5	30,4	25,5	30,4	25,5	29,4	48,1	98,1	157	4,61	98,1	157
9,6	37,3	43,2	36,2	43,1	35,3	42,2	67,7	137	216	6,60	137	216
19,2	53,0	62,0	52,0	60,8	50,0	58,9	96,1	196	314	9,32	196	314
48	83,3	97,1	82,4	96,1	79,5	93,2	157	314	491	14,7	304	491
96	118	137	118	137	108	128	216	441	697	20,6	432	687
192	167	196	167	186	157	186	304	618	981	29,4	618	981
480	265	304	255	304	255	294	481	981	1 570	46,1	981	1 570
960	373	432	362	431	353	422	677	1 370	2 160	66,0	1 370	2 160

TABLE III(b)

~~Total r.m.s. acceleration values~~

The table shows the total r.m.s. acceleration in m/s^2 units for a square-shaped spectrum for each frequency range and each A.S.D.

Specified A.S.D. (m/s ²) ² /Hz	Specified frequency range from f_1 to f_2 (Hz)											
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-500	50-2 000	50-5 000
Total r.m.s. acceleration (in m/s ² units)												
0.048	2.65	3.04	2.55	3.04	2.55	2.94	4.81	9.81	15.7	0.46	9.81	15.7
0.096	3.73	4.32	3.62	4.31	3.53	4.22	6.77	13.7	21.6	0.66	13.7	21.6
0.192	5.30	6.20	5.20	6.08	5.00	5.89	9.61	19.6	31.4	0.93	19.6	31.4
0.48	8.33	9.71	8.24	9.61	7.95	9.32	15.7	31.4	49.1	1.47	30.4	49.1
0.96	11.8	13.7	11.8	13.7	10.8	12.8	21.6	44.1	69.7	2.06	43.2	68.7
1.92	16.7	19.6	16.7	18.6	15.7	18.6	30.4	61.8	98.1	2.94	61.8	98.1
4.8	26.5	30.4	25.5	30.4	25.5	29.4	48.1	98.1	157	4.61	98.1	157
9.6	37.3	43.2	36.2	43.1	35.3	42.2	67.7	137	216	6.60	137	216
19.2	53.0	62.0	52.0	60.8	50.0	58.9	96.1	196	314	9.32	196	314
48	83.3	97.1	82.4	96.1	79.5	93.2	157	314	491	14.7	304	491
96	118	137	118	137	108	128	216	441	697	20.6	432	687
192	167	196	167	186	157	186	304	618	981	29.4	618	981
480	265	304	255	304	255	294	481	981	1 570	46.1	981	1 570
960	373	432	362	431	353	422	677	1 370	2 160	66.0	1 370	2 160

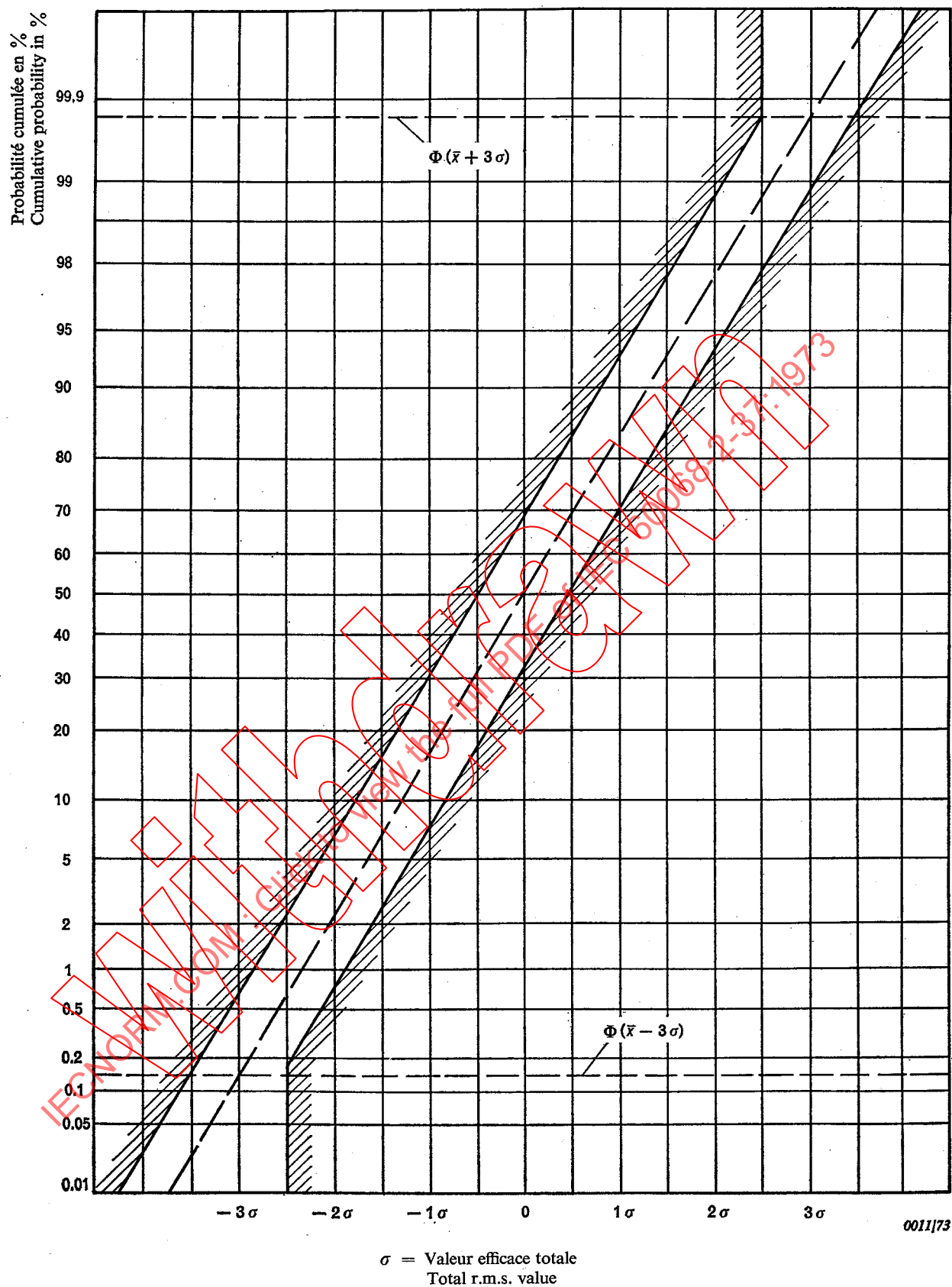
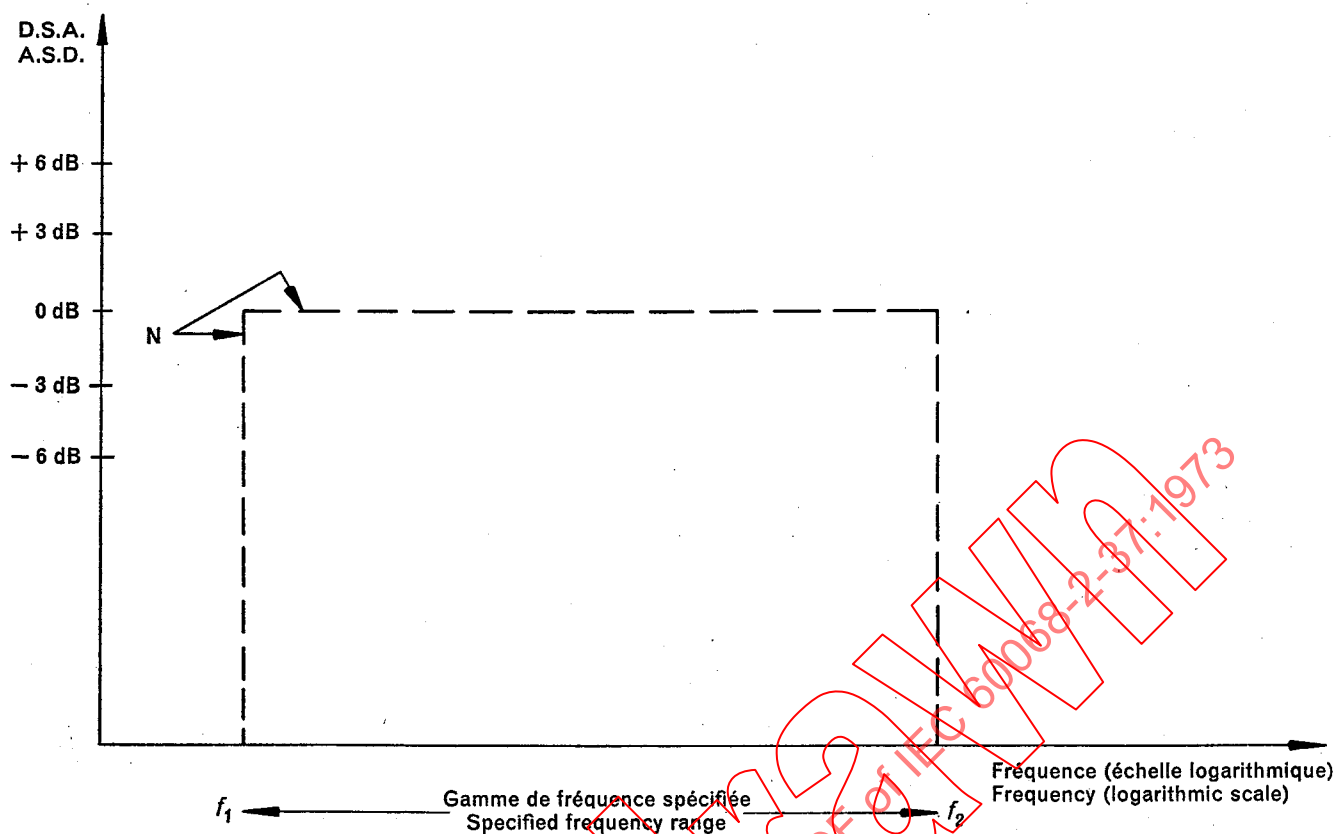


FIG. 1. — Bande de tolérances pour la distribution des valeurs instantanées d'accélération.
Tolerance band for distribution of instantaneous acceleration values.



0016/73

N = D.S.A. spécifiée (spectre nominal)
Specified A.S.D. (nominal spectrum)

FIG. 2. — Spectre de la D.S.A.
A.S.D. spectrum.