

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-34**

Première édition
First edition
1973

**Essais fondamentaux climatiques et de
robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais

Essai Fd: Vibrations aléatoires à large bande –
Exigences générales

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests

Test Fd: Random vibration wide band –
General requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-2-34: 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 électrotechnique*;
- 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
68-2-34**

Première édition
First edition
1973

**Essais fondamentaux climatiques et de
robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais

Essai Fd: Vibrations aléatoires à large bande –
Exigences générales

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests

Test Fd: Random vibration wide band –
General requirements

© 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 pro-
cédé, 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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	8
3. Montage et contrôle	8
4. Sévérités	12
5. Degrés de reproductibilité	14
6. Vibration sinusoïdale	18
7. Mesures initiales	18
8. Epreuve	20
9. Mesures finales	20
10. Renseignements à donner dans la spécification particulière	20
FIGURE 1 Spectre de la D.S.A. et tolérances	26
ANNEXE A — Considérations sur lesquelles est basé l'essai de vibrations aléatoires à large bande	28
ANNEXE B — Définitions	34
ANNEXE C — Guide	34
ANNEXE D — Sévérités préférentielles pour les composants	34
ANNEXE E — Sévérités préférentielles pour les matériels	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. Scope	9
3. Mounting and control	9
4. Severities	13
5. Degrees of reproducibility	15
6. Sinusoidal vibration	19
7. Initial measurements	19
8. Conditioning	21
9. Final measurements	21
10. Information required in the relevant specification	21
FIGURE 1 A.S.D. Spectrum and tolerance limits	26
APPENDIX A — The considerations on which the random vibration wide band test is based	29
APPENDIX B — Definitions	35
APPENDIX C — Guidance	35
APPENDIX D — Preferred severities for components	35
APPENDIX E — Preferred severities for equipment	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

**Deuxième partie: Essais — Essai Fd:
Vibrations aléatoires à large bande — Exigences générales**

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 Fd:

Random vibration wide band—General requirements

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 Fd:

Vibrations aléatoires à large bande — Exigences générales

1. Introduction

Un essai de vibrations aléatoires est une chose compliquée et le volume total de la spécification est, par conséquent, considérable. Le plan des méthodes d'essai et les considérations générales sur l'essai figurent donc dans cette introduction.

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.

1.1 Plan des méthodes d'essai

Afin de faciliter son utilisation, son contenu est divisé en quatre sections:

Essai Fd: Vibrations aléatoires à large bande — Exigences générales — Publication 68-2-34 de la CEI.

Essai Fda: Vibrations aléatoires à large bande — Reproductibilité Haute — Publication 68-2-35 de la CEI.

Essai Fdb: Vibrations aléatoires à large bande — Reproductibilité Moyenne — Publication 68-2-36 de la CEI.

Essai Fdc: Vibrations aléatoires à large bande — Reproductibilité Basse — Publication 68-2-37 de la CEI.

Chacune des trois dernières sections forme une méthode d'essai complète avec les méthodes de validation recommandées contenues dans ses annexes.

Tous les renseignements nécessaires au rédacteur de spécification particulière sont inclus par conséquent dans les exigences générales de l'essai Fd, alors que ceux dont a besoin l'ingénieur d'essai sont donnés dans les essais Fda, Fdb ou Fdc selon le cas. Des renseignements complémentaires seront donnés dans les futures annexes A à E de cette publication.

Si le rédacteur de spécification particulière n'a à lire que l'essai Fd, exigences générales, et l'ingénieur d'essai la méthode d'essai spécifiée des essais Fda, Fdb et Fdc, il est fortement recommandé à tous les utilisateurs de lire la présente publication.

1.2 Considérations générales sur l'essai

Toutes les méthodes de l'essai de la CEI requièrent un certain degré de reproductibilité, spécialement pour les essais faisant partie de procédures de qualification ou d'acceptation et destinés à être utilisés sur les mêmes types de spécimens par différents organismes, tels que le fournisseur et l'acheteur de composants électroniques.

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Fd:

Random vibration wide band—General requirements

1. Introduction

Random vibration testing is a complicated matter and the total volume of the specification is, therefore, considerable. The layout of the test methods and the testing philosophy upon which they are based are therefore given in this introduction.

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.

1.1 *Layout of the test methods*

In order to facilitate its use, the material is split into four sections:

Test Fd: Random vibration wide band—General requirements—IEC Publication 68-2-34.

Test Fda: Random vibration wide band—Reproducibility High—IEC Publication 68-2-35.

Test Fdb: Random vibration wide band—Reproducibility Medium—IEC Publication 68-2-36.

Test Fdc: Random vibration wide band—Reproducibility Low—IEC Publication 68-2-37.

Each of the last three sections forms a complete test method with recommended confirmation procedures contained in its appendices.

All the information required by the relevant specification writer is therefore contained in Test Fd, General requirements, whilst that needed by the test engineer is contained in Tests Fda, Fdb and Fdc, whichever is specified. Further information will be provided in future Appendices A to E of this publication.

Whilst the relevant specification writer need only read Test Fd, General requirements, and the test engineer the specified test method chosen from Fda, Fdb and Fdc, it is strongly recommended that all users read this publication.

1.2 *Testing philosophy*

A certain degree of reproducibility is required of all IEC test methods, especially for tests included in qualification or acceptance procedures and intended to be used on the same type of specimens by different authorities, such as supplier and purchaser of electronic components.

Le terme Reproductibilité, tel qu'utilisé dans ce document, ne veut pas dire reproductibilité entre cet essai et les contraintes réellement rencontrées en utilisation: il ne veut désigner que l'obtention de résultats similaires quand cet essai est exécuté à des endroits différents par des personnes différentes.

La grande différence entre les efforts nécessités pour respecter et vérifier les différentes tolérances sur le niveau de sévérité et pour s'assurer de la validité de l'essai a eu pour résultat l'introduction des trois Reproductibilités (voir l'article 5). Dans chaque Reproductibilité on peut choisir la méthode de validation, en tenant compte à la fois des caractéristiques dynamiques du spécimen et du matériel d'essai disponible.

Il appartient à la spécification particulière de définir la Reproductibilité appropriée aux besoins, en laissant au laboratoire d'essai le soin de choisir la méthode de validation. Les tolérances ont été choisies, pour une Reproductibilité donnée, de telle sorte que chaque méthode de validation puisse donner des résultats approximativement équivalents.

L'exigence d'une certaine reproductibilité requiert la maîtrise du niveau de vibration à l'intérieur de bandes étroites de fréquences. Quoique l'égalisation à bande étroite se trouve donner une meilleure reproductibilité que les systèmes à bande large, elle ne laisse au spécimen que peu de chances de réagir en fonction de l'environnement. L'égalisation à bande large, au contraire, autorise les résonances internes du spécimen à modifier le niveau d'essai de telle sorte que des pointes et des creux puissent apparaître. En utilisation, les contraintes effectives contiendront en général des pointes et des creux dus aux réactions du spécimen en fonction de l'environnement. Il y a peu de chances, en fait, pour que ces pointes et creux coïncident avec ceux qui apparaîtront dans le laboratoire d'essai.

La spécification particulière peut prescrire, à titre d'information, qu'une analyse à bande étroite suive un essai en Reproductibilité Basse qui par ailleurs satisferait à ce type d'exécution.

Seule une grande expérience des essais de vibrations aléatoires peut permettre à l'ingénieur d'essai d'utiliser au mieux le matériel d'essai à sa disposition et on n'insistera jamais trop sur le fait que, si un essai de vibrations aléatoires peut donner un degré de réalisme qui justifie son introduction, on doit laisser au bon sens de l'ingénieur quelque liberté dans sa mise en œuvre. Ceci s'applique à des choses telles que le choix de la méthode de validation et la conception du support, de même qu'à l'interprétation générale des résultats.

2. Domaine d'application

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 de 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 Montage du spécimen

Le spécimen doit être monté sur le plateau de la machine vibrante par ses moyens normaux de fixation, soit directement soit au moyen d'un support comme spécifié par la spécification particulière.

The word Reproducibility, as used in this document, does not mean reproducibility between the test and the real environment: it is intended to describe the achievement of similar results when the test is run at different locations by different people.

The great difference in effort required to meet the different tolerance values in the severity level and to confirm the validity of the test has resulted in the introduction of the three Reproducibilities (see Clause 5). Within each Reproducibility a choice of confirmation method may be made, taking into consideration both the dynamic characteristics of the test specimen and the availability of test equipment.

The relevant specification shall state the Reproducibility appropriate to the particular need, leaving the choice of confirmation method to the testing laboratory. The tolerances have been so chosen that, for a particular Reproducibility, each confirmation method should produce approximately equivalent results.

The demand for reproducibility requires control of the vibration level within narrow frequency bands. Although narrow band equalization will be found to give better reproducibility than broad band systems, it permits the specimen little opportunity to react with the test environment. Broad-band equalization, however, allows resonance within the specimen to modify the test level so that peaks and notches can occur. In service, the real environment will generally contain peaks and notches due to the reaction of the specimen with its environment. It is unlikely, however, that these will coincide with the peaks and notches occurring in the test laboratory.

The relevant specification may prescribe, for information purposes, a narrow band analysis to succeed a test of Reproducibility Low which otherwise conforms to this procedure.

Only considerable experience of random vibration testing can enable the test engineer to make the best use of the test equipment available and it cannot be stressed too strongly that if random vibration testing is to achieve the degree of realism that justifies its introduction, engineering judgment must be allowed in its application. This applies to such things as the choice of confirmation method and fixture design, as well as to the general interpretation of results.

2. Scope

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

This random vibration test is applicable to components and equipment 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 fixture, this test requires particular care in its preparation and performance, and in the confirmation of the specified requirements.

3. Mounting and control

3.1 Mounting of specimen

The specimen shall be mechanically connected to the vibrator by its normal means of mounting either directly or by means of a fixture as specified in the relevant specification.

La spécification particulière doit indiquer, si nécessaire, le champ magnétique parasite maximal et la température qui peuvent être imposés au spécimen pendant le fonctionnement du matériel de vibration.

La spécification particulière doit indiquer si l'effet de la pesanteur est important. Dans ce cas, le spécimen doit être monté de telle façon que cette force agisse dans le même sens qu'en utilisation.

Lorsque l'on essaie des composants non pourvus d'un dispositif propre de fixation, l'une des méthodes suivantes peut être utilisée, suivant prescriptions de la spécification particulière:

- a) fixer à la fois le corps et les sorties;
- b) fixer les sorties seulement.

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.

Lorsqu'on essaie un matériel, les dispositifs normaux de fixation sont à utiliser, sauf si la spécification particulière requiert une manière spécifique quelconque de fixation. Quand la structure normale de montage est disponible, la spécification particulière doit indiquer si on doit l'utiliser. Son usage comme moyen de maintien du matériel est fortement recommandé, car cela permet de mieux reproduire les conditions de travail.

Le matériel prévu pour être utilisé avec amortisseurs de vibrations doit normalement être essayé avec ces amortisseurs. S'il n'est guère possible de faire l'essai de vibrations avec les amortisseurs appropriés, par exemple si le matériel est monté avec d'autres matériels dans un dispositif commun de montage ou si les caractéristiques dynamiques des amortisseurs sont très variables (dépendantes de la température par exemple), le matériel peut alors être essayé sans ses amortisseurs à un niveau de vibration différent, comme prescrit dans la spécification particulière.

La spécification particulière peut prescrire un essai supplémentaire sur un matériel démunie de ses amortisseurs de façon à montrer qu'un minimum acceptable de résistance de la structure aux vibrations a été atteint.

3.2 *Points de référence et de contrôle*

La satisfaction aux exigences de l'essai se vérifie par des mesures faites à un point de référence et, dans certains cas, aux points de contrôle liés aux points de fixations du spécimen. Des mesures aux points de contrôle sont nécessaires pour la Reproductibilité Haute et lorsqu'un point fictif est spécifié pour les Reproductibilités Moyenne et Basse.

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 .

3.2.1 *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.

The relevant specification shall state, if significant, the maximum level of magnetic interference and temperature that may be imposed upon the specimen during the functioning of the vibration equipment.

The relevant specification shall state whether the effect of gravitational force is important. In this case, the specimen shall be so mounted that the force acts in the same direction as it would in use.

When testing components not provided with specific means of mounting one of the following methods may be used, as prescribed by the relevant specification:

- a) clamping both the body and the leads;
- b) clamping the leads only.

Unless otherwise specified components intended for mounting by their leads will have their leads clamped at 6 ± 1 mm from the body.

When testing equipment, the normal means of attachment shall be used, unless the relevant specification requires any specific method of attachment. In cases where the normal mounting structure for the equipment is available, the relevant specification shall state if it shall be used. Its use as a means of holding the equipment is strongly recommended since this is more representative of operating conditions.

Equipment intended for use with vibration isolators should normally be tested with its isolators. If it is not practicable to carry out a vibration test with appropriate isolators, e.g. if the equipment is mounted with other equipment in a common mounting system, or if the dynamic characteristics of the isolators are very variable (e.g. temperature dependent), then it may be tested without isolators at a different level of vibration, as prescribed by the relevant specification.

The relevant specification may require an additional test on an equipment with the external isolators removed in order to demonstrate that a minimum acceptable structural resistance to vibration has been achieved.

3.2 *Reference and control points*

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

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 fixing points of the specimens when the lowest resonance mode of the loaded fixture is above the upper test frequency limit f_2 .

3.2.1 *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.

3.2.2 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 est défini comme étant un point de contrôle. S'il y a plus de quatre points de fixation, les quatre plus représentatifs d'entre eux peuvent être définis par la spécification particulière.

Notes 1. — Pour les spécimens grands ou complexes, il importe que les points de contrôle soient définis dans la spécification particulière.

2. — En Reproductibilité Haute seulement, les tolérances sont données pour les points de contrôle.

3.2.3 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 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.

Note. — Il est permis de vérifier l'accélération efficace totale par un traitement automatique des signaux des points de contrôle créant le point fictif à partir d'une exploration séquentielle de ces points. Par contre, ceci n'est pas permis pour le niveau de D.S.A. sans corriger les erreurs dues à la bande passante de l'analyseur, au temps d'échantillonnage, etc.

4. Sévérités

Pour cet essai, une sévérité de vibration est définie par la combinaison des paramètres suivants:

- Gamme de fréquence (f_1 à f_2);
- Niveau de D.S.A.;
- Durée de l'épreuve.

Pour chaque paramètre, la spécification particulière doit choisir les prescriptions appropriées parmi celles qui sont données ci-dessous. La gamme de fréquence et le niveau de D.S.A. définissent ensemble l'accélération efficace totale valable pour l'essai. La gamme de ces valeurs est donnée pour information dans les tableaux IVa) et IVb).

Pour simplifier, cet essai prescrit un spectre plat. Dans des circonstances particulières, on peut être amené à spécifier un spectre en forme; dans ce cas, la forme du spectre nominal en fonction de la fréquence doit être donnée dans la spécification particulière. Des considérations applicables à ce cas sont données en note aux paragraphes 4.1, 4.2 et 5.1.

4.1 Gammes de fréquence

On doit spécifier l'une des gammes ci-dessous:

3.2.2 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 four or less fixing points exist, each one is defined as a control point. If more than four fixing points exist, four representative ones may need to be defined in the relevant specification.

Notes 1. — For large and/or complex specimens it is important that the control points are defined in the relevant specification.

2. — Tolerances are stated for the control points for Reproducibility High only.

3.2.3 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. values 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.

Note. — Automatic processing of the signals from the control points using a scanning technique to create the fictitious point is permitted for confirmation of the total r.m.s. acceleration. However, it is not permitted for confirmation of the A.S.D. level without correcting for such sources of error as analyser bandwidth, sampling time, etc.

4. Severities

For this test a vibration severity is defined by the combination of the following parameters:

- Frequency range ($1. f_1$ to f_2);
- A.S.D. level;
- Duration of conditioning.

For each parameter, the relevant specification shall choose the appropriate requirements from those given below. The frequency range and A.S.D. level define together the total r.m.s. value valid for the test. The range of values is given for information in Tables IVa) and IVb).

For simplicity this test specifies a flat spectrum. In special circumstances, it may be relevant to specify a shaped spectrum, in which case the shape of the nominal spectrum as a function of frequency shall be stated in the relevant specification. Special considerations relevant to this case are given as notes to Sub-clauses 4.1, 4.2 and 5.1.

4.1 Frequency ranges

One of the following ranges shall be specified:

TABLEAU I

f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	Remarques
20	150	Si nécessaire la spécification particulière peut prescrire une limite f_1 de 5 Hz ou 10 Hz. Dans les cas spéciaux, elle peut prescrire une limite f_1 de 200 Hz.
20 20 20	500 2 000 2 000	Si nécessaire la spécification particulière peut prescrire une limite f_1 de 50 Hz.

Les fréquences f_1 et f_2 et leurs relations avec le spectre de D.S.A. apparaissent à la figure 1, page 26.

Note. — Si, dans des circonstances spéciales, on est amené à spécifier un spectre de D.S.A. en forme, les limites de fréquence seront choisies dans toute la mesure du possible parmi celles qui sont données plus haut.

4.2 Niveaux du spectre de D.S.A.

Le niveau spécifié du spectre de D.S.A. (0 dB, voir figure 1) entre f_1 et f_2 doit être choisi parmi les valeurs ci-après:

0,0005 g ² /Hz	0,1 g ² /Hz
0,001 g ² /Hz	0,2 g ² /Hz
0,002 g ² /Hz	0,5 g ² /Hz
0,005 g ² /Hz	1 g ² /Hz
0,01 g ² /Hz	2 g ² /Hz
0,02 g ² /Hz	5 g ² /Hz
0,05 g ² /Hz	10 g ² /Hz

Note. — Si, dans des circonstances spéciales, on est amené à spécifier un spectre de D.S.A. à deux niveaux ou davantage, ces niveaux seront pris dans le tableau ci-dessus dans toute la mesure du possible.

4.3 Durée de l'épreuve

La durée de l'épreuve doit être choisie parmi celles qui sont données ci-dessous. Si la durée spécifiée est égale ou supérieure à 10 h par direction, ce temps peut être divisé en périodes de 5 h, à condition que les contraintes dans le spécimen (dues à l'échauffement, etc.) ne soient pas réduites. Chaque durée spécifiée est le temps total d'épreuve qui doit être également réparti entre les directions spécifiées.

30 s	90 min
90 s	3 h
3 min	9 h
9 min	30 h
30 min	

5. Degrés de Reproductibilité

5.1 Tolérances caractérisant les degrés de Reproductibilité

A l'intérieur de la gamme de fréquence spécifiée, f_1 à f_2 , la Reproductibilité est définie par les tolérances données, pour les différentes directions, dans le tableau II. Elles sont données en décibels rapportés au niveau de D.S.A. spécifié et à l'accélération efficace totale correspondante.

TABLE I

f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	Remarks
20	150	When necessary the relevant specification may prescribe f_1 as 5 Hz or 10 Hz. In special cases the relevant specification may prescribe f_1 as 200 Hz.
20 20 20	500 2 000 2 000	When necessary the relevant specification may prescribe f_1 as 50 Hz.

The frequencies f_1 and f_2 and their relationship to the A.S.D. spectrum are seen in Figure 1, page 26.

Note. — If, in special circumstances, a shaped A.S.D. spectrum is to be specified, the frequency limits shall as far as possible be chosen from the values given above.

4.2 A.S.D. spectrum levels

The specified A.S.D. spectrum level (0 dB, see Figure 1) between f_1 and f_2 shall be chosen from the following values:

0.0005 g^2/Hz	0.1 g^2/Hz
0.001 g^2/Hz	0.2 g^2/Hz
0.002 g^2/Hz	0.5 g^2/Hz
0.005 g^2/Hz	1 g^2/Hz
0.01 g^2/Hz	2 g^2/Hz
0.02 g^2/Hz	5 g^2/Hz
0.05 g^2/Hz	10 g^2/Hz

Note. — If, in special circumstances, an A.S.D. spectrum with two or more levels is to be specified, these levels shall as far as possible be taken from the table above.

4.3 Duration of conditioning

The duration to be used shall be chosen from those given below. If the specified duration is equal to or greater than 10 h per direction, this time may be split into periods of 5 h, provided that stresses in the specimen (due to heating, etc.) are not reduced. Each specified duration is the total conditioning time which shall be equally divided between the specified directions.

30 s	90 min
90 s	3 h
3 min	9 h
9 min	30 h
30 min	

5. Degrees of Reproducibility

5.1 Tolerance characterizing the degrees of Reproducibility

Within the specified frequency range f_1 to f_2 , the Reproducibility is defined by the tolerances listed for the appropriate directions in Table II. They are given in decibel values referred to the specified A.S.D. level and corresponding total r.m.s. value,

TABEAU II

Reproductibilité	Tolérances en dB sur			
	la D.S.A. vraie			l'accélération efficace totale vraie (de f_1 à f_2) dans la direction désirée
	dans la direction désirée		dans la direction transversale	
	aux points de référence	aux points de contrôle	au(x) point(s) de contrôle	au point de référence
Haute	± 3	± 5	$\leq +5$	$\pm 1,0$
Moyenne	± 6	—	—	$\pm 1,5$
Basse	*	—	—	$\pm 2,0$

* Il n'y a pas de tolérance spécifiée sur la D.S.A. vraie pour la Reproductibilité Basse. La tolérance sur la valeur indiquée par le matériel d'analyse utilisé ne doit pas dépasser ± 3 dB.

En Reproductibilité Haute, les mesures en transverse doivent être faites, dans deux directions transversales et orthogonales, au point de contrôle le plus éloigné du centre du plan de montage. Pour les structures de grande taille, il est recommandé de mesurer l'accélération transversale en plus d'un point de contrôle.

La D.S.A. hors de la gamme de fréquence spécifiée f_1 - f_2 doit être aussi petite que possible.

Au-dessus de la limite supérieure de fréquence f_2 et jusqu'à $2f_2$, la Reproductibilité Haute requiert que le spectre de D.S.A. soit au-dessous de la courbe à pente de 6 dB/octave donnée à la figure 1, page 26. De plus, l'accélération efficace dans la bande f_2 - $10f_2$ (ou f_2 -10 kHz si cette bande est plus étroite) ne doit pas dépasser 25% (— 12 dB) de l'accélération efficace totale dans la gamme de fréquence spécifiée.

Pour la Reproductibilité Moyenne, la D.S.A. n'est pas limitée au-dessus de f_2 , et l'accélération efficace dans la bande f_2 - $10f_2$ (ou f_2 -10 kHz si cette bande est plus étroite) ne doit pas dépasser 70% (— 3 dB) de l'accélération efficace totale requise dans la gamme de fréquence spécifiée.

Pour la Reproductibilité Basse, ni la D.S.A. ni l'accélération efficace ne sont limitées au-dessus de f_2 .

Au-dessous de la limite de fréquence inférieure f_1 , ni la D.S.A., ni l'accélération efficace ne sont limitées pour aucune reproductibilité.

Note. — Si, dans des circonstances spéciales, un spectre de D.S.A. plat ne peut être utilisé et un spectre nominal en forme est spécifié par la spécification particulière, les bandes de tolérances de la figure devront être utilisées pour ce spectre dans toute la mesure du possible.

Quand on spécifie un spectre de D.S.A. à deux niveaux ou davantage, la spécification particulière doit alors spécifier la pente des tolérances au voisinage des échelons de niveau. En raison des difficultés de réalisation et de validation des spectres à grandes pentes, il faut éviter de prescrire des pentes de tolérance supérieures à 24 dB/octave.

5.2 Choix de la Reproductibilité

La spécification particulière doit préciser la Reproductibilité appropriée à l'essai. La classification des Reproductibilités a uniquement pour objet d'indiquer dans quelle mesure on peut compter sur des résultats reproductibles d'un laboratoire d'essais à l'autre.

TABLE II

Reproducibility	Tolerance limits in dB for			
	True A.S.D.			True total r.m.s. acceleration (f_1 to f_2) in the intended direction
	In the intended direction		In the transverse direction	
	Reference points	Control points	Control point(s)	Reference point
High	± 3	± 5	$< + 5$	± 1.0
Medium	± 6	—	—	± 1.5
Low	*	—	—	± 2.0

* No tolerance is specified on true A.S.D. for Reproducibility Low. The tolerance on the indicated value given by the analysing equipment used shall be not greater than ± 3 dB.

For Reproducibility High the transverse measurements shall be made in two perpendicular transverse directions at the control point furthest from the centre of the mounting plane. For large structures it is recommended that the transverse acceleration at more than one control point be measured.

The A.S.D. outside the specified frequency range f_1 to f_2 shall be as low as possible.

Above the upper frequency limit f_2 up to $2f_2$, the Reproducibility High requires the A.S.D. spectrum to be below the 6 dB/octave slope shown in Figure 1, page 26. In addition, the r.m.s. acceleration in the band from f_2 to $10f_2$ or 10 kHz, whichever is less, shall not exceed 25% ($- 12$ dB) of the total r.m.s. acceleration required within the specified frequency range.

For Reproducibility Medium the A.S.D. is not limited above f_2 , the r.m.s. acceleration in the band from f_2 to $10f_2$ or 10 kHz, whichever is less, shall not exceed 70% ($- 3$ dB) of the total r.m.s. acceleration required within the specified frequency range.

For Reproducibility Low neither the A.S.D. nor the r.m.s. acceleration are limited above f_2 .

Below the lower frequency limit f_1 , neither the A.S.D. nor the r.m.s. acceleration are limited for any Reproducibility.

Note. — If in special circumstances a flat A.S.D. spectrum cannot be used and a shaped nominal spectrum is specified in the relevant specification, the tolerance bands of the figure shall be applied to this spectrum as far as possible.

When an A.S.D. spectrum with two or more levels is specified, then close to the steps in level the slope of the tolerance limits must be specified in the relevant specification. Because of the difficulties in achieving and confirming spectra with high slopes, the tolerance slopes should not be required to be greater than 24 dB/octave.

5.2 Choice of Reproducibility

The relevant specification shall state the Reproducibility appropriate for the test. The classifications are intended only to indicate the measure of reproducibility which can be expected from one test laboratory to another.

Quand un essai en Reproductibilité Basse est requis, le rédacteur de la spécification particulière peut vouloir spécifier la bande passante maximale admissible pour l'égaliseur ou l'analyseur qui doit servir. En tout cas, les bandes passantes pour l'analyseur ne doivent pas être plus larges que 100 Hz (ou un tiers d'octave si cette deuxième valeur est plus grande). Cet essai donnera une reproductibilité médiocre quand des systèmes à larges bandes sont spécifiés, mais il peut être plus simple et moins cher à mettre en œuvre que les autres. Il faut noter que l'essai en Reproductibilité Basse est le seul qui n'exige pas de mesures de la réponse en fréquence avec excitation sinusoïdale.

L'essai en Reproductibilité Haute aura une assez bonne reproductibilité, mais sera en général plus complexe, pourra nécessiter un matériel d'essai plus coûteux et plus élaboré et prendra plus de temps à être exécuté à cause des mesures additionnelles requises. On ne doit exiger la Reproductibilité Haute que lorsque c'est absolument essentiel.

Il importe que le rédacteur de la spécification particulière considère ces facteurs et ne demande pas une Reproductibilité plus élevée qu'il n'est nécessaire pour les utilisations envisagées.

6. Vibration sinusoïdale

6.1 Mesure de la réponse en fréquence

Pour les Reproductibilités Haute et Moyenne, le spécimen sera soumis à des vibrations sinusoïdales pour la mesure de la réponse en fréquence. Dans ce cas on balaie toute la gamme de fréquence dans les deux sens avec une amplitude dépendant de la sévérité de vibrations aléatoires spécifiée (voir tableau III). Dans les cas exceptionnels, par exemple quand le spécimen est très sensible aux vibrations sinusoïdales, la spécification particulière peut requérir une valeur moins élevée.

TABLEAU III

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)

6.2 Recherche de résonances

Les recherches initiale et finale de résonances peuvent être requises par la spécification particulière. Pendant ces recherches, les fréquences auxquelles apparaissent des résonances mécaniques ou d'autres effets dépendant de la fréquence (mauvais fonctionnement, par exemple) sont comparées entre la recherche initiale et la recherche finale afin de recueillir des renseignements complémentaires en ce qui concerne les effets résiduels causés par l'épreuve en vibrations aléatoires. La spécification particulière définira ce qui doit être fait s'il apparaît un changement de fréquence de résonance.

L'amplitude sinusoïdale donnée au paragraphe 6.1 sera utilisée pour les recherches de résonances, sauf stipulation contraire de la spécification particulière.

7. Mesures initiales

La spécification particulière doit définir les vérifications de fonctionnement électriques et mécaniques à faire avant épreuve.

When a test of Reproducibility Low is required, the writer of the relevant specification may wish to specify the maximum allowable bandwidth of equalizer and/or analyser to be used. In any case the analyser bandwidths shall not be wider than 100 Hz or one-third octave, whichever is the greater. This test will give poor reproducibility when broad band systems are specified, but may be simpler and cheaper to perform than the others. It should be noted that a test of Reproducibility Low is the only one which does not require frequency response measurements with sinusoidal excitation.

The Reproducibility High test will give relatively high reproducibility but will generally be more complex, may require more expensive and sophisticated test equipment and will take longer to perform because of the additional measurements required. Reproducibility High should be called for only when it is absolutely essential.

It is important that the relevant specification writer considers these factors and does not select a Reproducibility higher than is necessary for the proposed application of the specimen.

6. Sinusoidal vibration

6.1 Frequency response measurement

For Reproducibilities High and Medium the specimen will be subjected to sinusoidal vibration for a frequency response measurement. In this case the sinusoidal vibration is swept over the entire frequency range in both directions with an amplitude dependent on the random vibration severity specified (see Table III). In exceptional cases, e.g. when the specimen is very sensitive to sinusoidal vibration, the relevant specification may require a lower value.

TABLE III

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)

6.2 Resonance search

Initial and final resonance searches may be called for by the relevant specification. During these searches, the frequencies at which mechanical resonances and other frequency-dependent effects e.g. malfunctioning, occur are compared between the initial and final resonance searches in order to provide additional information regarding the residual effects caused by the random vibration conditioning. The relevant specification shall state what action should be taken if any change of resonance frequency occurs.

The sinusoidal amplitude in Sub-clause 6.1 shall be used for the resonance searches unless otherwise stated in the relevant specification.

7. Initial measurements

The relevant specification shall state the electrical and mechanical functional checks to be made before conditioning.

8. Epreuve

Pendant l'épreuve, les vibrations aléatoires sont appliquées au spécimen au niveau requis. On fait vibrer le spécimen successivement suivant trois axes perpendiculaires entre eux, sauf prescription contraire de la spécification particulière. Ces axes sont choisis de telle sorte que les défaillances aient toutes chances d'être mises en évidence.

S'il y a lieu, 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 et mécaniques sont requises pendant l'épreuve, et à quelle phase de l'épreuve elles doivent être faites.

9. Mesures finales

La spécification particulière doit définir les vérifications de fonctionnement électriques et mécaniques à faire après épreuve.

10. Renseignements à donner dans la spécification particulière

Quand cette essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent y être donnés, pour autant qu'ils soient applicables:

	Articles
a) Montage	3.1
b) Champ magnétique parasite	3.1
c) Effet de la température	3.1
d) Effet de la pesanteur	3.1
e) Caractéristiques des isolateurs et essais supplémentaires	3.1
f) Points de référence et de contrôle	3.2
g) Gamme de fréquence *	4.1
h) Niveaux de D.S.A. *	4.2
j) Durée de l'épreuve *	4.3
k) Reproductibilité *	5.2
l) Recherche de résonances	6
m) Limite d'accélération pour les mesures de la réponse en fréquence	6
n) Mesures initiales *	7
o) Fonctionnement pendant l'épreuve *	8
p) Mesures finales *	9

* Renseignements à fournir dans tous les cas.

8. Conditioning

During conditioning, random vibration is applied at full level to the specimen. The specimens are vibrated in three mutually perpendicular axes, in turn, unless otherwise stated in the relevant specification. These axes are so chosen that faults are most likely to be revealed.

Unless otherwise stated in the relevant specification, equipments are required to function 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 and mechanical checks are required during conditioning and at what stage in the conditioning they shall be performed.

9. Final measurements

The relevant specification shall state the electrical and mechanical functional checks to be made after conditioning.

10. Information required in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Clause
a) Mounting	3.1
b) Magnetic interference	3.1
c) Temperature effect	3.1
d) Gravitational effect	3.1
e) Isolator characteristics and supplementary tests	3.1
f) Reference and control points	3.2
g) Frequency range *	4.1
h) A.S.D. levels *	4.2
j) Duration of conditioning *	4.3
k) Reproducibility *	5.2
l) Resonance searches	6
m) Acceleration limit for frequency response measurements	6
n) Initial measurements *	7
o) Functioning during conditioning *	8
p) Final measurements *	9

* Information always required.

TABLEAU IVa)

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

TABLE IVa)

Total r.m.s. acceleration values

The table shows the total 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	50-500	50-2 000	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	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	1.9	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

TABLEAU IVb)

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.

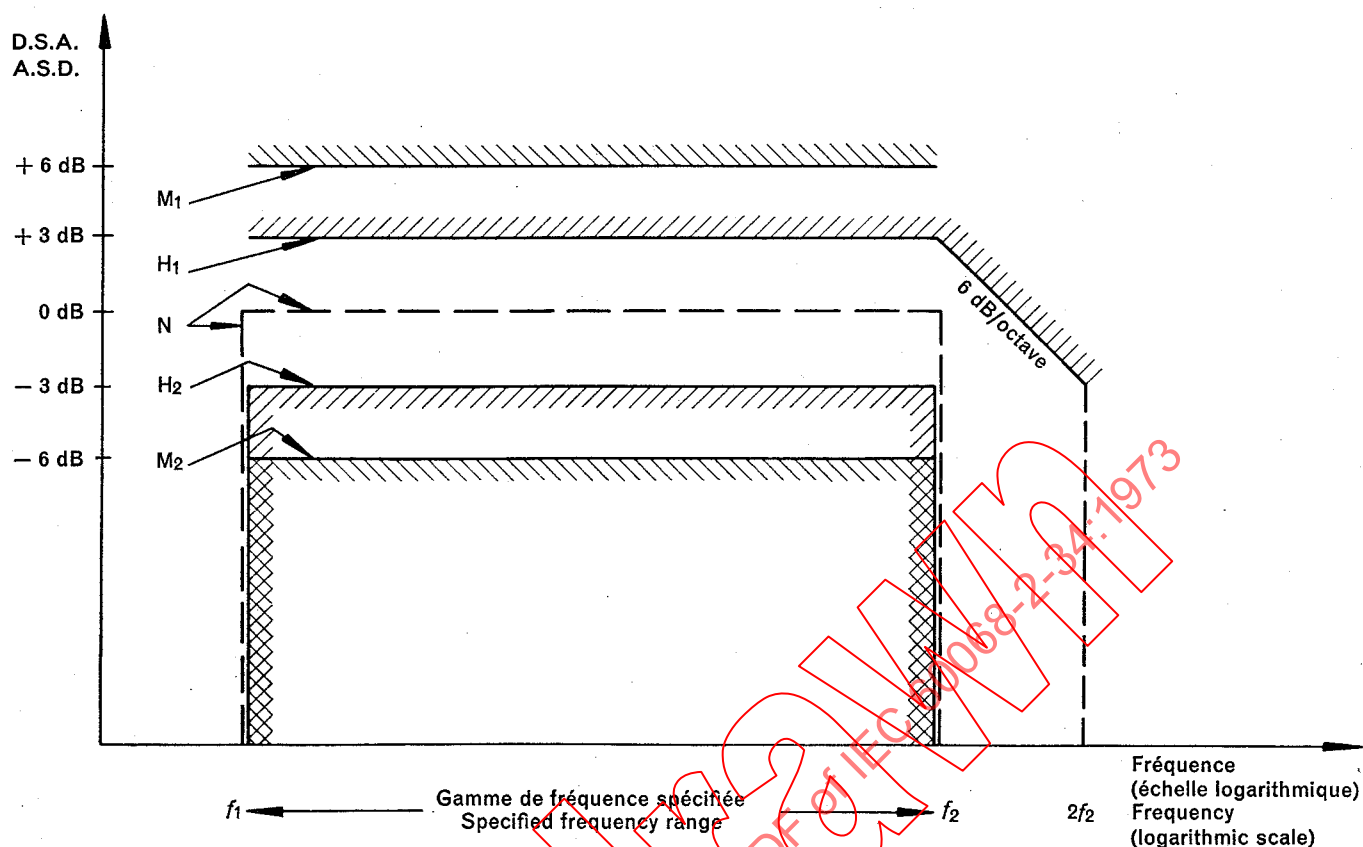
D.S.A. spécifiée (m/s^2)/Hz	Gamme de fréquence spécifiée f_1 à f_2 (Hz)									
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-5 000
	5-150	5-200	10-150	10-200	20-150	20-200	20-500	20-2 000	20-5 000	50-5 000
0,048	2,65	3,04	2,55	3,04	2,55	2,94	4,81	9,81	15,7	0,46
0,096	3,73	4,32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

TABLE IVb)

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)/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 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
0.096	3.73	4.32	3.62	4.31	3.53	4.22	6.77	13.7	21.6	0.66
0.192	5.30	6.20	5.20	6.08	5.00	5.89	9.61	19.6	31.4	0.93
0.48	8.33	9.71	8.24	9.61	7.95	9.32	15.7	31.4	49.1	1.47
0.96	11.8	13.7	11.8	13.7	10.8	12.8	21.6	44.1	69.7	2.06
1.92	16.7	19.6	16.7	18.6	15.7	18.6	30.4	61.8	98.1	2.94
4.8	26.5	30.4	25.5	30.4	25.5	29.4	48.1	98.1	157	4.61
9.6	37.3	43.2	36.2	43.1	35.3	42.2	67.7	137	216	6.60
19.2	53.0	62.0	52.0	60.8	50.0	58.9	96.1	196	314	9.32
48	83.3	97.1	82.4	96.1	79.5	93.2	157	314	491	14.7
96	118	137	118	137	108	128	216	441	697	20.6
192	167	196	167	186	157	186	304	618	981	29.4
480	265	304	255	304	255	294	481	981	1 570	46.1
960	373	432	362	431	353	422	677	1 370	2 160	66.0



0015/73

- M_1 = tolérance supérieure, Reproductibilité Moyenne
upper tolerance limit, Reproducibility Medium
- M_2 = tolérance inférieure, Reproductibilité Moyenne
lower tolerance limit, Reproducibility Medium
- H_1 = tolérance supérieure, Reproductibilité Haute
upper tolerance limit, Reproducibility High
- H_2 = tolérance inférieure, Reproductibilité Haute
lower tolerance limit, Reproducibility High
- N = D.S.A. spécifiée (spectre nominal)
specified A.S.D. (nominal spectrum)

FIG. 1. — Spectre de la D.S.A. et tolérances.
A.S.D. spectrum and tolerance limits.

— Page blanche —

— Blank page —

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-34:1973
Withdrawn

ANNEXE A

CONSIDÉRATIONS SUR LESQUELLES EST BASÉ L'ESSAI DE VIBRATIONS ALÉATOIRES À LARGE BANDE

Les points suivants sont traités afin de permettre à l'utilisateur de la présente recommandation de choisir en connaissance de cause le type d'essai de vibrations, la reproductibilité et la méthode de validation.

A1. Essais en vibrations aléatoires à large bande, à bande étroite fixe et à bande glissante

Ces trois méthodes d'essai de vibrations ne sont pas considérées comme équivalentes et devraient être présentées comme des essais séparés. On a donné la priorité à l'essai à large bande et techniquement parlant, c'est aussi celle de ces méthodes dont le développement est le plus avancé.

A2. Buts de l'essai

Les méthodes d'essai en vibrations aléatoires ont été introduites dans la Publication 68 de la CEI pour faire progresser d'un pas l'essai en vibrations sinusoïdales existant actuellement (Publication 68-2-6 de la CEI: Essais — Essai Fc: Vibrations sinusoïdales, vers le genre de vibrations susceptible d'exister dans un environnement réel, et pour produire dans le spécimen des effets en relation plus étroite avec ceux qui peuvent se produire en service. Quand l'environnement réel est une vibration plus ou moins aléatoire, l'essai en vibrations aléatoires devrait être utilisé chaque fois que c'est économiquement possible, car il y a des mécanismes de défaillance qui ne sont pas produits de la même manière par une excitation sinusoïdale et par une vibration aléatoire.

Comme souligné dans l'introduction sous « Considérations générales sur l'essai », un certain degré de reproductibilité de laboratoire à laboratoire est demandé de toutes les méthodes d'essai de la CEI. L'essai en vibrations aléatoires ne devrait pas faire exception.

Ceux qui spécifient et réalisent des essais en vibrations aléatoires ne désirent pas seulement des effets réalistes dus à l'environnement et une reproductibilité appropriée, mais aussi une méthode d'essai simple et rapide. Malheureusement, dans l'état actuel de la technique, il n'existe pas d'essais en vibrations aléatoires à large bande qui soient rapides, simples et reproductibles. Les essais simples ne sont pas reproductibles, et les essais reproductibles ne sont pas simples.

Pour certaines applications de l'essai, la reproductibilité est plus importante que la simplicité. Pour d'autres applications, en particulier lorsque le coût de l'essai est un élément critique, la simplicité peut être plus importante que la reproductibilité.

A3. Degrés de reproductibilité

Une seule méthode d'essai ne peut convenir aux différents besoins d'essai indiqués ci-dessus. Un certain nombre de Reproductibilités sont donc données, donnant lieu à différents degrés de compromis. On les a appelées Haute, Moyenne et Basse et elles ont des tolérances différentes.

La reproductibilité d'un essai de vibration dépend surtout de la régulation de la vibration appliquée au spécimen en présence de membres résonnants à l'intérieur du spécimen. Les résonances à haute sélectivité (Q) requièrent que l'excitation des points de montage ou de fixation du spécimen soit surveillée à l'intérieur de bandes très étroites si l'on doit atteindre une haute reproductibilité. Pour l'essai en vibrations aléatoires, ceci peut conduire à une analyse par bandes très étroites et à une surveillance à bande étroite de la D.S.A. aux points d'attaque mécanique du spécimen essayé.

APPENDIX A

THE CONSIDERATIONS ON WHICH THE RANDOM VIBRATION WIDE BAND TEST IS BASED

The following points are discussed to enable the user of this recommendation to have a background upon which to base his choice of vibration test, Reproducibility, and confirmation method.

A1. Random vibration wide band, random vibration fixed narrow band, and sweep random vibration testing

These three vibration testing methods are not considered to be equivalent and therefore would need to be presented as separate tests. The wide band test has been given first priority and technically, it is also the most developed of the methods.

A2. Test objectives

Random vibration test procedures have been introduced into IEC Publication 68 to augment the existing sinusoidal vibration test (IEC Publication 68-2-6, Tests—Test Fc: Vibration (sinusoidal)) as a step nearer to the type of vibration likely to exist in the real environment, and to produce effects in the specimen more closely related to those occurring in service. When the real environment is more or less random vibration, the random vibration test should be used wherever economically possible, as there are failure mechanisms which are not effected the same way by sinusoidal excitation as by random vibration.

As pointed out in the introduction under “Testing philosophy” a certain degree of reproducibility from laboratory to laboratory is required of all IEC test methods. The random vibration test should be no exception to this aim.

Those specifying and performing random vibration tests want not only realistic environmental effects and appropriate reproducibility, but also a quick and simple test procedure. Unfortunately, at the present state of the art, quick and simple, reproducible wide band random vibration tests do not exist. Simple tests are not reproducible, and reproducible tests are not simple.

For some test applications reproducibility is more important than simplicity. For other applications, particularly where cost of testing is critical, simplicity may be more important than reproducibility.

A3. Degree of reproducibility

A single test procedure cannot satisfy the differing test needs outlined above. A number of Reproducibilities are therefore given, providing differing degrees of compromise. These are called High, Medium and Low and have differing tolerance requirements.

The reproducibility of a vibration test depends mainly upon the control of vibration input to the specimen in the presence of resonating members within the specimen. High selectivity (high Q) resonances require that excitation of the specimen mounting or fixing points be controlled within very small bandwidths if high reproducibility is to be achieved. For a random vibration test, this may lead to a very narrow band analysis and to narrow band control of the A.S.D. at the mechanical inputs to the test specimen.

Les matériels d'essai d'usage courant permettent que des variations de 30 dB à 40 dB soient masquées par la largeur de bande de l'analyseur. Par exemple, une résonance ayant une surtension $Q = 40$ et intéressant 10% de la masse mobile totale (cette masse comprend le spécimen, son support et la table vibrante) occasionnerait une variation de 25 dB dans une bande de 25 Hz à 500 Hz.

L'essai de vibrations sinusoïdales de la Publication 68-2-6 de la CEI requiert à présent que l'amplitude soit maintenue à $\pm 15\%$ ($\pm 1,2$ dB) au point de contrôle. Pour une reproductibilité analogue, un essai en vibrations aléatoires à large bande nécessiterait une régulation de la D.S.A. d'environ $\pm 30\%$ ($\pm 1,2$ dB) dans toute la gamme de fréquence. Un tel niveau de reproductibilité pour un essai en vibrations aléatoires est considéré comme trop difficile à réaliser en pratique.

Le Reproductibilité Haute de l'essai en vibrations aléatoires requiert une régulation de la D.S.A. vraie à ± 3 dB près au point de référence. Ceci est considéré comme très difficile à réaliser pour des spécimens grands et complexes, mais relativement simple pour des spécimens qui sont petits devant le générateur de vibrations. Pour cette Reproductibilité, des tolérances sur la D.S.A., dans la direction désirée, aux points de contrôle autres que le point de référence, et dans les directions transversales en un ou plusieurs points de contrôle sélectionnés, sont aussi considérées comme nécessaires. Ces tolérances sont plus larges qu'au point de référence. Pour les spécimens dont la masse n'est pas petite devant la masse du générateur de vibrations et le support, les pointes de D.S.A. dans une direction transversale peuvent être assez grandes et varier en fréquence d'une fois sur l'autre. Pour cette raison, on autorise un niveau de D.S.A. transversale qui peut dépasser de 5 dB la valeur de D.S.A. spécifiée pour la direction désirée.

La Reproductibilité Moyenne requiert une régulation de la D.S.A. à ± 6 dB près au point de référence. En général, cette reproductibilité peut être atteinte sans trop de difficultés sur de petits spécimens et peut l'être sur des grands en prenant des précautions.

La Reproductibilité Basse n'a pas de tolérances définies pour la D.S.A. vraie mais requiert ± 3 dB sur la valeur indiquée par l'analyseur. La méthode de validation recommandée, donnée dans l'annexe de l'essai Fdc, Reproductibilité Basse, est aussi conçue pour autoriser une conception de l'essai de vibrations complètement différente de celle qui a été habituellement adoptée pour les essais climatiques ou mécaniques de la CEI. En général, l'environnement réel est représenté par la sévérité spécifiée et l'essai devrait donner une reproductibilité aussi grande que possible pour la même sévérité. La conception de l'essai Fdc permet que des résonances (Q) à forte surtension dans le spécimen ou son support viennent modifier le spectre de D.S.A. avec des pointes et des creux. Les pointes et creux causés par les membres résonnants du spécimen existeront habituellement durant l'utilisation réelle mais les fréquences ne seront généralement pas les mêmes pendant l'essai. Seuls les creux les plus marqués ont des chances d'exister à la fois dans la situation réelle et en laboratoire. Cette conception n'est pas acceptable en général, car les résultats d'essai dépendraient trop de la configuration du support et de la taille du vibreur.

Les tolérances de cet essai sont fondées sur les techniques actuellement connues. L'expérience acquise par l'utilisation de cet essai peut conduire ultérieurement à une révision des tolérances.

A4. Méthodes de validation

La spécification particulière devrait indiquer le degré de reproductibilité requis pour l'essai lui-même, alors que, pour la Reproductibilité Basse, on peut également spécifier le système d'égalisation et d'analyse. Dans ces conditions, l'ingénieur d'essai peut choisir librement la méthode de validation. Les méthodes recommandées sont données dans les annexes des essais Fda (Publication 68-2-35 de la CEI), Fdb (Publication 68-2-36 de la CEI) et Fdc (Publication 68-2-37 de la CEI). Les méthodes de validation données dans les annexes des essais Fda et Fdb sont considérées comme équivalentes pour le même degré de reproductibilité.