

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**68-2-47**

Première édition  
First edition  
1982

---

---

**Essais fondamentaux climatiques  
et de robustesse mécanique**

**Partie 2: Essais**

Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide

**Basic environmental testing procedures**

**Part 2: Tests**

Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 68-2-47: 1982

## 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  
68-2-47**

Première édition  
First edition  
1982

---

---

**Essais fondamentaux climatiques  
et de robustesse mécanique**

**Partie 2: Essais**

Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide

**Basic environmental testing procedures**

**Part 2: Tests**

Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance

© CEI 1982 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

**M**

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

## SOMMAIRE

|                                                                       | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| PRÉAMBULE .....                                                       | 4     |
| PRÉFACE .....                                                         | 4     |
| Articles                                                              |       |
| 1. Domaine d'application .....                                        | 6     |
| 2. Introduction .....                                                 | 6     |
| 3. Généralités .....                                                  | 6     |
| 4. Fixation des composants .....                                      | 8     |
| 5. Fixation des matériels et des autres articles .....                | 8     |
| 6. Renseignements que doit donner la spécification particulière ..... | 8     |
| ANNEXE A — Guide .....                                                | 10    |
| FIGURES .....                                                         | 22    |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-47:1982  
 Withdrawn

## CONTENTS

|                                                                | Page |
|----------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                 | 5    |
| PREFACE .....                                                  | 5    |
| Clause                                                         |      |
| 1. Scope .....                                                 | 7    |
| 2. Introduction .....                                          | 7    |
| 3. General .....                                               | 7    |
| 4. Mounting of components .....                                | 9    |
| 5. Mounting of equipment and other articles .....              | 9    |
| 6. Information to be given in the relevant specification ..... | 9    |
| APPENDIX A — Guidance .....                                    | 11   |
| FIGURES .....                                                  | 22   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES  
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE****Deuxième partie: Essais — Fixation de composants, matériels et autres articles  
pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd)  
et accélération constante (Ga) et guide**

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

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

La décision d'entreprendre des travaux sur cette norme a été prise lors de la réunion tenue à Munich en 1973. Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1975, à la suite de laquelle un projet, document 50A(Bureau Central)141, fut soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en janvier 1977.

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

|                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Afrique du Sud (République d') | France                                        |
| Allemagne                      | Hongrie                                       |
| Australie                      | Norvège                                       |
| Autriche                       | Pays-Bas                                      |
| Belgique                       | Pologne                                       |
| Canada                         | Royaume-Uni                                   |
| Danemark                       | Suède                                         |
| Egypte                         | Suisse                                        |
| Espagne                        | Tchécoslovaquie                               |
| Etats-Unis d'Amérique          | Turquie                                       |
| Finlande                       | Union des Républiques Socialistes Soviétiques |

*Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:*

Publication n° 68-2-6: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales).

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

**Part 2: Tests — Mounting of components, equipment and other articles  
for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd)  
and steady-state acceleration (Ga) and guidance**

## FOREWORD

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

## PREFACE

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

The decision to start work on this standard was taken at the meeting held in Munich in 1973. A first draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1975, as a result of which, a draft, Document 50A(Central Office)141, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1977.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| Australia      | Netherlands                         |
| Austria        | Norway                              |
| Belgium        | Poland                              |
| Canada         | South Africa (Republic of)          |
| Czechoslovakia | Spain                               |
| Denmark        | Sweden                              |
| Egypt          | Switzerland                         |
| Finland        | Turkey                              |
| France         | Union of Soviet Socialist Republics |
| Germany        | United Kingdom                      |
| Hungary        | United States of America            |

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 68-2-6: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test Fc: Vibration (Sinusoidal).

## ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

### Deuxième partie: Essais — Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide

#### 1. Domaine d'application

Spécifier des méthodes normalisées de fixation pour les composants, et des règles de fixation pour matériels et autres articles soumis à des essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga).

#### 2. Introduction

Les exigences et renseignements donnés concernent les composants, matériels et autres articles, dénommés ci-après «spécimens», quand ils sont soumis à des essais tels que les essais Ea: Chocs, Eb: Secousses, Fc: Vibrations sinusoïdales, Fd: Vibrations aléatoires et Ga: Accélération constante.

Dans tous les cas, on doit fixer les composants et spécimens similaires comme précisé dans la spécification particulière. Pour le cas où ces détails ne seraient pas spécifiés, un certain nombre de méthodes de fixation normalisées sont indiquées dans cette norme.

Les matériels et spécimens similaires doivent être fixés au moyen de leurs dispositifs de fixation normaux, sauf prescription contraire de la spécification particulière.

Il faut d'abord s'efforcer de classer les spécimens en «composants et similaires» et en «matériels et similaires» et procéder à l'essai en fonction du classement. Si cela n'est pas possible, par exemple dans le cas des articles emballés, cette norme peut encore s'appliquer, mais seulement à l'emballage et non à son contenu.

Des directives générales d'application sont fournies aux endroits appropriés, à l'intention du rédacteur de spécifications aussi bien qu'à celle du technicien d'essai.

#### 3. Généralités

La spécification particulière doit indiquer si l'effet de la pesanteur a de l'importance. Si oui, le spécimen doit être fixé de telle façon que cette force agisse dans le même sens qu'en utilisation normale. Quand l'effet de la pesanteur est sans importance, le spécimen peut être fixé dans n'importe quelle position.

La spécification particulière doit également préciser, si ceci est important pour les résultats de l'essai:

- a) Les limites de température à ne pas dépasser sur le spécimen pendant l'essai (par exemple des élévations de température au voisinage de la table du générateur de vibrations peuvent être préjudiciables à certains spécimens).
- b) Le champ magnétique parasite maximal auquel on peut soumettre le spécimen, de même que l'orientation du spécimen par rapport à la direction du champ magnétique (par exemple au voisinage d'un générateur électrodynamique de vibrations).

## BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

### **Part 2: Tests — Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance**

#### **1. Scope**

To specify standard methods of mounting of components, and mounting requirements for equipment and other articles, for dynamic tests such as shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga).

#### **2. Introduction**

The requirements and information given are intended for components, equipment and other articles, hereinafter referred to as "specimens", when they are subjected to such Tests as Ea: Shock, Eb: Bump, Fc: Sinusoidal Vibration, Fd: Random Vibration, and Ga: Steady-state Acceleration.

In all cases, component-type specimens shall be mounted as stated in the relevant specification. Where these details are not specified, a number of standardized methods of mounting are given in this standard.

Equipment-type specimens shall be mounted by their normal means of attachment unless otherwise stated in the relevant specification.

An attempt shall be made, in the first instance, to categorize specimens into either component or equipment types and then to proceed to test accordingly. If this is not possible, for example for packaged items, this standard may still be relevant, but must be related to the package and not to the contents.

General guidance is provided as appropriate for both the specification writer and the test engineer.

#### **3. General**

The relevant specification shall state whether the effect of gravitational force is important. If so, the specimen shall be mounted such that the gravitational force acts in the same direction as it would in use. Where the effect of gravitational force is not important, the specimen may be mounted in any attitude.

Also, if significant to the test results, the relevant specification shall state:

- a) The temperature limits within which the specimen should be tested (for example the temperature increases in the vicinity of a vibration generator table may be unacceptable for certain specimens).
- b) The maximum level of magnetic interference which may be imposed on the specimen and/or the orientation of the specimen in relation to the direction of the magnetic field (for example near an electrodynamic vibration generator).

#### 4. Fixation des composants

La méthode de fixation à utiliser est celle que prescrit la spécification particulière.

Si la méthode de fixation n'est pas spécifiée, mais s'impose d'après la configuration du spécimen, comme dans la figure 1, page 22, c'est celle-ci qu'on doit utiliser. Si elle n'est pas évidente, il faut choisir, dans la mesure du possible, la méthode qui s'accorde avec les principes donnés dans les figures 2, 3 ou 4, pages 23 à 25, sans oublier que l'essai peut viser soit à éprouver dynamiquement les sorties seules, ou le corps seul, ou les deux, soit à déterminer la robustesse interne du spécimen.

Si l'on doit essayer un spécimen muni de sorties additionnelles, il convient de disposer celles-ci de telle sorte qu'elles imposent des contraintes ou masses similaires à celles que subira le spécimen lors de son utilisation normale.

Dans tous les cas, les composants sont fixés sur un support rigide ou directement sur la surface de montage du moyen d'essai.

#### 5. Fixation des matériels et des autres articles

Le spécimen est mécaniquement fixé sur la surface de montage du moyen d'essai soit directement, soit par l'intermédiaire d'un bâti de fixation rigide, suivant ce que prescrit la spécification particulière.

Si l'on peut disposer du dispositif normal de montage du spécimen, la spécification particulière précise si on doit l'utiliser.

Tout support ou système de bridage supplémentaire est à éviter. Il convient de disposer tout organe de liaison avec le spécimen, tel que câbles, tuyaux, etc., de telle sorte qu'il impose une contrainte ou une masse similaire à celle que subit le spécimen lorsqu'il est installé en position de service. Pour y arriver, il peut être nécessaire de fixer les câbles, tuyaux, etc., au bâti.

Les spécimens conçus pour être utilisés avec amortisseurs doivent normalement être essayés avec ceux-ci. S'il n'est guère possible de faire l'essai avec les amortisseurs appropriés, on peut essayer les spécimens sans amortisseurs selon une sévérité différente, comme prescrit dans la spécification particulière.

La spécification particulière peut prescrire un essai supplémentaire sur un spécimen avec ses amortisseurs extérieurs enlevés ou bloqués, de façon à démontrer que le spécimen possède un minimum de robustesse acceptable. Dans ce cas, la sévérité applicable est donnée dans la spécification particulière.

#### 6. Renseignements que doit donner la spécification particulière

Quand il est fait référence à la présente norme dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés, dans la mesure où ils sont applicables.

|                                     | Article |
|-------------------------------------|---------|
| a) Effet de la pesanteur            | 3.      |
| b) Température maximale ou minimale | 3.      |
| c) Champ magnétique parasite        | 3.      |
| d) Fixation des composants          | 4.      |
| e) Fixation des matériels           | 5.      |

#### 4. Mounting of components

The mounting method to be used shall be as stated in the relevant specification.

Where the method of mounting is not specified but is obvious from the design, as in Figure 1, page 22, this method shall be used. Where it is not obvious, the mounting methods shall, whenever possible, be chosen in accordance with the principles shown in Figures 2, 3 or 4, pages 23 to 25, bearing in mind whether the intention is to load dynamically the leads and/or the body or to determine the internal robustness.

When the specimen is to be tested with additional leads attached, these should be so arranged that they impose similar restraint and mass to that when the specimen is used in its normal manner.

In all cases, components shall be fastened to a rigid test fixture or directly to the mounting surface of the test apparatus.

#### 5. Mounting of equipment and other articles

The specimen shall be mechanically connected to the mounting surface of the test apparatus either directly or by means of a rigid test fixture, or as stated in the relevant specification.

In cases where the normal mounting structure for the equipment is available, the relevant specification shall state if it shall be used.

Any additional stays or straps should be avoided. Any connections to the specimen such as cables, pipes, etc., should be so arranged that they impose similar restraint and mass to that when the specimen is installed in its operational position. In order to achieve this, it may be necessary to fasten the cables, pipes, etc., to the fixture.

Specimens intended for use with isolators should normally be tested with their isolators. If it is not practicable to carry out the test with the appropriate isolators, the specimen may be tested without the isolators at a different severity, as stated in the relevant specification.

The relevant specification may require an additional test on a specimen with the external isolators removed or blocked, in order to demonstrate that minimum acceptable structural resistance has been achieved. In this case, the severity to be applied shall be given in the relevant specification.

#### 6. Information to be given in the relevant specification

When this standard is referred to in a relevant specification, the following details should be given as far as they are applicable.

|                                   | <i>Clause</i> |
|-----------------------------------|---------------|
| a) Gravitational effect           | 3.            |
| b) Maximum or minimum temperature | 3.            |
| c) Maximum magnetic interference  | 3.            |
| d) Mounting of components         | 4.            |
| e) Mounting of equipment          | 5.            |

## ANNEXE A

## GUIDE

## A1. Composants

Quand l'essai a pour objet de déterminer si un composant est adapté à son environnement en utilisation, il convient que la spécification particulière prescrive que le composant soit fixé d'une façon analogue à celle qui sera utilisée dans la pratique. On n'insistera jamais assez sur le fait que, au-delà d'une certaine masse que doit indiquer la spécification particulière, le corps des composants doit aussi être maintenu de la même manière pendant l'essai que lors de son utilisation réelle.

Il importe que la méthode de fixation soit conforme aux indications du fabricant. Les renseignements détaillés donnés dans les figures 1 à 4, pages 22 à 25, ne sont à utiliser que lorsque ces indications font défaut.

Certains composants ayant des formes géométriques particulières, par exemple disques, sphères, bulbes, ainsi que ceux qui requièrent des accessoires spécifiques de fixation, ne sont pas représentés dans les figures. Pour ceux-ci, il est essentiel que la spécification particulière donne des renseignements détaillés.

Si la conception du spécimen permet d'utiliser plusieurs méthodes de fixation, il convient de les prendre toutes en considération. Il est recommandé d'utiliser de nouveaux composants à chaque essai.

Quelle que soit la méthode spécifiée ou choisie, il importe que les composants soient rigidement fixés au support ou au moyen d'essai. Cela peut être réalisé par bridage, soudage, enrobage ou collage du corps du composant ou de ses sorties, ou des deux, selon ce qui convient. Une carte imprimée de dimensions normales, sur laquelle des composants sont fixés, n'a en général pas une rigidité suffisante et peut ne pas satisfaire aux exigences de l'essai. De plus, la reproductibilité risque de s'en trouver affectée. On peut cependant fort bien utiliser de petits fragments de carte imprimée à condition de tenir compte de leurs caractéristiques dynamiques.

Pour l'exécution d'un essai de robustesse interne, il est important de noter que la méthode de fixation est rarement celle qui sera utilisée dans la pratique. Il est en effet essentiel que la contrainte dynamique soit transmise à la structure interne. On l'obtient généralement en fixant à la fois le corps et les sorties du composant.

Quand on conçoit des bâtis de fixation pour des essais de chocs de forte accélération, ou des essais de vibrations dans les hautes fréquences, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de résonance dans la gamme de fréquences spécifiée pour l'essai. De plus, il peut être nécessaire de tenir compte de la vitesse du son dans le matériau du bâti. Il faut prendre soin de s'assurer, dans toute la mesure possible, que la longueur du chemin de propagation est nettement inférieure à un quart de longueur d'onde. Les bâtis pour essai de composants de grande taille ou pour l'essai simultané de plusieurs composants nécessitent une attention particulière: les principes généraux donnés pour les bâtis pour matériels sont applicables (voir l'article A3).

S'il est nécessaire de soumettre un composant à un essai de robustesse des sorties après les essais dynamiques, on ne doit pas plier les fils pour l'essai dynamique ni

## APPENDIX A

### GUIDANCE

#### A1. Components

When the test is to determine the suitability of a component for its operational environment, the relevant specification should ensure that the component is held in a manner which simulates that used in service. It cannot be emphasized too strongly that components above a certain mass, which should be given in the relevant specification, will also require the body to be supported both for the test and for the operational environment.

It is important that the method of mounting is in accordance with the requirements of the manufacturer. The detailed information given in Figures 1 to 4, pages 22 to 25, should be used only when such requirements are not available.

Some components having special geometrical shapes, for instance disks, spheres, bulbs, and those requiring special fastening devices are not shown in the figures. For these, it is essential that the relevant specification give detailed information.

If a specimen is designed for a number of methods of mounting, all of these should be considered. It is recommended that new components should be used for each test.

Whichever method is specified or chosen, it is important that the fastening to the test fixture or apparatus be rigid. This can be achieved by clamping, soldering, embedding or gluing the component body and/or its leads as appropriate. A normal size printed wiring board to which components are fastened does not, generally, give sufficient rigidity, and it may not be possible to achieve the requirements of the test in this manner. In addition, reproducibility will probably be impaired. Small portions of a board may prove to be satisfactory, provided that attention is paid to their dynamic characteristics.

When an internal robustness test is to be performed, it is important to note that the mounting method is rarely that which will be used in the operational environment. It is then essential that the dynamic stress be transmitted to the internal structure. This is generally obtained by mounting the component both by its body and by its leads.

When designing test fixtures for high-impact acceleration or vibration tests with high frequencies, care should be taken that no resonances exist within the frequency range specified for the test. In addition, it may be necessary for the velocity of sound in the fixture material to be considered. Care should be taken to ensure, as far as is practicable, that the propagation path is well below a quarter wavelength. Test fixtures for large components or for the simultaneous testing of several components will need special consideration and the general principles given for equipment fixtures are applicable (see Clause A3).

Should it be necessary to subject a component to a robustness of terminations test after the dynamic tests, the leads should not be bent for the dynamic tests, nor should

permettre qu'ils se déplacent par rapport au corps du composant au cours de l'essai. Toutefois, si on ne peut l'éviter, la spécification particulière stipulera qu'il faut utiliser de nouveaux composants à chaque essai.

## A2. Matériels et autres articles

Il importe que le spécimen soit fixé d'une manière représentative de celle qui est utilisée dans la pratique. Par exemple, un spécimen tenu par sa platine avant seulement doit être monté ainsi pour l'essai.

Dans le cas où le support normal de montage est disponible et où il est possible de l'utiliser, il est fortement recommandé de faire ainsi car cela est plus représentatif des conditions de service. Il faut se souvenir, toutefois, que les points de fixation auxquels on se réfère dans les essais concernés doivent être alors ceux du support et non plus ceux du spécimen.

Si le support normal de montage n'est pas disponible ou dans les cas spéciaux où il est disponible mais où l'on sait que cela n'a pas d'influence sur le comportement du matériel, on se servira d'un bâti de fixation conçu de telle sorte que les exigences appropriées de l'essai soient satisfaites.

Les spécimens prévus pour être utilisés avec amortisseurs doivent parfois être essayés sans eux, par exemple s'il s'agit d'un matériel devant être monté avec d'autres sur un même support ou si les caractéristiques dynamiques des amortisseurs sont très variables (par exemple si elles dépendent de la température). Il s'ensuit qu'on devra alors modifier le niveau d'essai. Exception faite de l'essai d'accélération constante, ce nouveau niveau doit être déterminé en considérant l'enveloppe des courbes de transmissibilité du système d'amortissement dans chaque axe. Quand on sait que la sévérité varie avec la direction d'application de la contrainte, il faut aussi en tenir compte.

Si l'on ne connaît pas les caractéristiques de transmissibilité, il faudra choisir arbitrairement la nouvelle sévérité, mais de préférence par entente entre le fournisseur et l'acheteur. Dans le cas de l'essai de vibrations sinusoïdales (Publication 68-2-6 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)), quelques courbes généralisées sont données au paragraphe A5.1 de l'annexe A de la Publication 68-2-6.

Il faut aussi noter que pour l'essai d'accélération constante, le fait d'essayer le spécimen sur ses amortisseurs peut être, dans certains cas, une cause de danger. L'usage de dispositifs de retenue ou de calage peut alors devenir indispensable.

## A3. Bâti de fixation

On a toujours besoin d'un bâti pour le montage et l'orientation du spécimen. Il est donc considéré comme souhaitable d'attirer l'attention sur les zones, liées au bâti, où des problèmes pourraient surgir et empêcher de satisfaire aux exigences de l'essai, donc affecter sa reproductibilité. Il faut cependant noter que le but de ce guide n'est pas de proposer des solutions: on peut généralement les trouver dans la littérature technique.

Le but fondamental du bâti de fixation est de transmettre fidèlement les contraintes du moyen d'essai au spécimen et d'assurer que les exigences de la spécification peuvent être satisfaites aux points de fixation du spécimen.

they be displaced relative to the body of the component. If, however, this cannot be avoided, the relevant specification should specify that separate components are to be used for each test.

## A2. Equipment and other articles

It is important that the specimen is mounted in a manner representative of that used in its operational position. For example, a specimen normally held by its front panel alone should be so mounted for the test.

In cases where the normal mounting structure is available and it is practicable to use it, it is recommended that this be done as it is more representative of operating conditions. It must be remembered, however, that the fixing points referred to in the relevant tests are then those of the mounting structure and not of the specimen.

If the normal mounting structure is not available or, in special cases even when it is available but where it is known that it does not influence the behaviour of the equipment, the test fixture, designed so that the appropriate test requirement can be met, shall be used.

Specimens intended for use with isolators may sometimes have to be tested without them, for example if the specimen is mounted with others in a common mounting system, or if the dynamic characteristics of the isolators are very variable (for example if they are temperature dependent). As a result, the test level will then need to be modified. With the exception of the steady-state acceleration test, this new level should be determined by considering the envelope of the transmissibility curve of the isolator system in each axis. Where the severity is known to vary with the direction of the applied environment, this should also be taken into account.

If no transmissibility characteristics are available, the new severity will need to be chosen arbitrarily but preferably after discussion between the supplier and the purchaser. In the case of the sinusoidal vibration test (IEC Publication 68-2-6: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test Fc: Vibration (Sinusoidal)), some general transmissibility curves are given in Sub-clause A5.1 of Appendix A to IEC Publication 68-2-6.

It should be noted that, for a steady-state acceleration test, there may under certain circumstances be a safety hazard if the specimen is tested with its isolators. The use of stays or straps may then be unavoidable.

## A3. Test fixture

A test fixture will invariably be required for mounting and orientation purposes. Therefore, it is considered desirable to highlight possible problem areas associated with the fixture design which could prevent the achievement of the test requirements and thus affect the reproducibility. However, it should be noted that it is not the function of this guidance section to offer solutions; these can usually be found in the technical literature.

The fundamental purpose of the test fixture is to transmit faithfully the environment from the test apparatus to the specimen, and to ensure that the specification requirements can be met at the fixing points of the specimen.

La conception du bâti sera guidée par la forme et la masse du spécimen, la sévérité des exigences de l'essai, les possibilités du moyen d'essai. Les deux derniers paramètres dépendent de l'essai considéré.

#### A3.1 *Chocs et secousses*

La masse totale et la sévérité maximale permises pour le moyen d'essai seront généralement spécifiées par son constructeur. Pour une masse de spécimen donnée, la conception du bâti de fixation sera généralement plus facile si les possibilités du moyen d'essai sont sensiblement plus grandes que strictement nécessaire, car le bâti pourra alors être plus lourd et moins complexe.

Il est important aussi de considérer l'effet de la rigidité et des dimensions (voir paragraphe A3.4).

#### A3.2 *Vibrations*

Le principal paramètre limitant la masse totale du spécimen et de son bâti de fixation est la poussée que peut fournir le générateur de vibrations. Celle-ci est en général spécifiée par le constructeur. Pour ce qui concerne la sévérité, les points les plus importants sont la gamme de fréquences requise ainsi que le déplacement ou l'accélération nécessaires. Toutefois, pour ce qui est des performances du générateur de vibrations, il y a normalement incompatibilité entre une forte poussée et une large gamme de fréquences. Donc, à l'inverse de ce qui se passe pour les chocs et les secousses, il peut souvent ne pas être bon d'utiliser le générateur de vibrations le plus puissant possible. Il en résulte que les bâtis sont généralement plus complexes que ceux dont on a besoin pour les autres essais, et il faut une grande expérience pour obtenir des résultats satisfaisants. Il importe aussi de se rappeler que la réponse en fréquence peut fort bien être affectée lorsque le bâti et le spécimen sont fixés au générateur de vibrations.

Certains paramètres à considérer pour la conception du bâti sont donnés aux paragraphes A3.4 et A3.5 ci-après.

#### A3.3 *Accélération constante*

La conception du bâti est très simple dans ce cas unique puisque l'accélération est appliquée progressivement et qu'on peut ne pas tenir compte du comportement dynamique du bâti et du spécimen. Il en résulte que le bâti a seulement besoin d'être suffisamment rigide pour supporter les forces statiques appliquées et suffisamment universel pour permettre l'orientation du spécimen. Il faut se rappeler, cependant, que la force maximale que le moyen d'essai peut fournir sera normalement spécifiée par le constructeur.

L'attention est attirée sur les difficultés pouvant se présenter lors d'essais de composants à des valeurs très élevées de l'accélération, en particulier au-delà de  $10\,000\text{ ms}^{-2}$ .

#### A3.4 *Choix du matériau*

Quand on conçoit un bâti de fixation, le choix du matériau est d'abord fonction des considérations de masse et de rigidité. Quelques-uns des problèmes liés aux limitations de masse ont été traités plus haut à propos de chaque type d'essai. La rigidité, qui n'a d'importance que lorsqu'il s'agit de contraintes dynamiques, peut imposer de sévères restrictions dans la conception du bâti.

The design of the test fixture will be governed by the physical shape and mass of the specimen, the severity of the test requirements and the capabilities of the test apparatus. These last two parameters are dependent on the test under consideration.

### A3.1 *Shock and bump*

The total mass and maximum severity permitted for the test apparatus will normally be specified by the manufacturer. For a given specimen mass, the design of the test fixture will generally be easier if the capability of the test apparatus is significantly greater than that strictly necessary, since the fixture can then be heavier and less complex.

It is still important to consider the effect of stiffness and dimensions (see Sub-clause A3.4).

### A3.2 *Vibration*

The main parameter limiting the total mass of the specimen and its test fixture is the thrust capability of the vibration generator. This is normally specified by the manufacturer. In terms of severity, the most important features are the frequency range and displacement and/or acceleration required. However, in terms of the test apparatus performance, large thrust and a wide frequency range are normally incompatible. Thus, unlike the shock and bump situation, it may not be appropriate to use the largest vibration generator available. As a result, test fixtures are normally more complex than those required for other tests and extensive experience is needed in order to achieve satisfactory results. It should also be remembered that the frequency response may well be affected when the fixture and specimen are fastened to the vibration generator.

Some of the parameters which need to be considered in the fixture design are given in Sub-clauses A3.4 and A3.5 below.

### A3.3 *Acceleration, steady state*

The fixture design is simplest for this case since the acceleration is applied progressively and the dynamic behaviour of the fixture and the specimen can be ignored. Thus the fixture need only be rigid enough to withstand the static forces involved and sufficiently versatile to accommodate the orientation of the specimen. It should be remembered, however, that normally a maximum force for the test apparatus will be specified by the manufacturer.

Attention is drawn to the difficulties which may arise when testing components at very high values of acceleration, particularly those above  $10\,000\text{ ms}^{-2}$ .

### A3.4 *Choice of material*

When designing a test fixture, the choice of material will primarily be governed by mass and stiffness considerations. Some problems associated with mass limitations were dealt with above as appropriate to each test. Stiffness, which is only of significance where dynamic considerations are involved, can impose severe restrictions on the design of the fixture.

La rigidité d'un matériau est fonction de ses propriétés physiques. Elle varie donc dans une large gamme de métaux et de matières plastiques disponibles. Pour tout matériau donné, la rigidité varie avec ses dimensions, ses moyens de fixation (par exemple poutre à simple ou double encastrement) et, dans une moindre mesure, la méthode de construction. Certains matériaux ont des rapports rigidité/masse plus avantageux, et cela permet de réaliser des bâtis plus légers pour la même rigidité, ce qui est souvent souhaitable.

Une autre caractéristique du matériau est son amortissement, qui est aussi fonction de ses propriétés internes. Par exemple, l'amortissement interne de l'aluminium est approximativement quatre fois plus élevé que celui de l'acier. L'amortissement a une certaine influence, notamment sur le comportement des bâtis pour essais de vibrations. Le but principal, quand on conçoit un bâti, est d'éliminer les résonances dans la gamme de fréquences spécifiée pour l'essai. Si cela n'est pas faisable, la fidélité de la transmission de la vibration du dispositif d'essai au spécimen en sera affectée. Le degré auquel elle sera affectée est directement lié à l'amortissement. Il faut se souvenir que l'amortissement des métaux les plus courants, bien que variant de l'un à l'autre, n'a qu'un assez faible effet sur le comportement d'ensemble du bâti; mais, dans certains cas, on peut avoir à l'utiliser.

Une autre caractéristique qu'il faut considérer, particulièrement dans le cas des essais de chocs impliquant un temps de montée bref ou dans celui des essais de vibrations ayant une fréquence supérieure élevée, est la vitesse du son dans le matériau à choisir.

La distance, le long du chemin de propagation entre tout point de fixation et la table du générateur de vibrations, doit être chaque fois que possible nettement inférieure à un quart de longueur d'onde dans le matériau du bâti de fixation. Pour calculer la longueur d'onde  $\lambda$ , il faut prendre en considération le mode vibratoire pour lequel la vitesse du son est la plus faible. Habituellement, c'est celui de la direction transversale.

Exemple: bâti de fixation en aluminium destiné à être utilisé jusqu'à 2 000 Hz.

La vitesse du son dans l'aluminium est

$$v_1 = 6\,300 \text{ m/s pour l'onde longitudinale,}$$

$$v_2 = 3\,200 \text{ m/s pour l'onde transversale.}$$

La longueur d'onde à prendre en considération est donc

$$\lambda = \frac{v_2}{f} = \frac{3\,200}{2\,000} = 1,6 \text{ m.}$$

La longueur maximale du chemin de propagation est, par conséquent,

$$l = \frac{\lambda}{4} = 0,4 \text{ m.}$$

Il n'est pas nécessaire de réaliser le bâti en totalité dans le même matériau. Il peut être nécessaire, pour diverses raisons (par exemple l'isolation électrique ou thermique, l'accroissement de l'amortissement) d'utiliser des bâtis faits d'une combinaison de matériaux telle que métal et matière plastique ou même métal et céramique.

### A3.5 Méthodes de construction

Il y a diverses méthodes de construction possibles, parmi lesquelles le vissage, le rivetage, la soudure, le moulage, le collage, etc. Le choix dépendra des difficultés escomptées pour satisfaire aux exigences de l'essai, du matériau utilisé, etc. Le bâti de fixation devra être le plus simple possible, par exemple un bloc massif suffit bien souvent. Il faut noter que les bâtis boulonnés ne permettent généralement pas d'atteindre

The stiffness of a material is a function of its physical properties. It therefore varies over the wide range of metals and plastics available for use. For any given material, the stiffness varies with the dimensions, its means of support (for example single or double encastré beams) and, to a lesser extent, the method of construction. Certain materials have more advantageous stiffness-to-mass ratios, and this enables a fixture to be stiffer for the same mass, which is often desirable.

Another characteristic of a material is its damping, which is also a function of its internal properties. As an example, the internal damping for aluminium is approximately four times greater than that for steel. Damping has some influence, mainly on the behaviour of vibration fixtures. The fundamental aim of the design of the test fixture is to permit no resonances to exist within the frequency range specified for the test. If this is impracticable, then the fidelity of the transmission of vibration from the test apparatus to the specimen is affected. The degree to which it is affected is directly related to the damping. It should be borne in mind that the damping of most common metals, whilst varying one to another, has a relatively small effect on the overall behaviour of the test fixture, but under certain circumstances it may need to be utilized.

A further feature which must be considered, particularly in the case of a shock test requiring a fast rise time or a vibration test with a high upper frequency, is the velocity of sound in the material to be chosen.

The distance along the propagation path between any fixing point and the vibration generator table shall whenever possible be well below a quarter of the wavelength in the fixing material. For calculating the wavelength  $\lambda$ , it is necessary to take into account the vibratory mode associated with the lowest velocity of sound. Usually it is the mode in the transverse direction.

Example: aluminium test fixture for use up to 2 000 Hz.

The velocity of sound in aluminium is

$$v_1 = 6\,300 \text{ m/s for the longitudinal wave,}$$

$$v_2 = 3\,200 \text{ m/s for the transverse wave.}$$

The wavelength to be considered is therefore

$$\lambda = \frac{v_2}{f} = \frac{3\,200}{2\,000} = 1.6 \text{ m.}$$

The maximum length of the propagation path is consequently

$$l = \frac{\lambda}{4} = 0.4 \text{ m.}$$

Test fixtures need not be made of the same material throughout. It may be necessary, for various reasons (for example electrical or thermal insulation), increased damping, to use fixtures made of a combination of materials such as metal and plastics, or even metal and ceramic.

### A3.5 *Methods of construction*

There are various methods of construction available. These include bolting, riveting, welding, casting, the use of adhesives and so on. The choice will depend on any difficulties anticipated in meeting the test requirements, the material used, etc. The test fixture should be as simple as possible, for example a solid block is often all that is necessary. It should be noted that bolted structures will not normally achieve the stiffness

la rigidité que l'on obtient avec les autres modes de construction. Cela devient important quand on a à traiter des spécimens de grande taille et/ou des hautes fréquences.

Tous les interfaces doivent être aussi plats qu'il le faut pour assurer un bon contact mécanique. En outre, il faut utiliser le plus grand nombre de trous de fixation sur la surface de montage du moyen d'essai suivant ce que permet la taille du bâti.

On a souvent avantage à concevoir un bâti de fixation qui puisse servir plusieurs fois pour différents spécimens. Si l'on fait usage de trous taraudés et que le matériau est tel qu'une usure anormale risque de se produire, il est recommandé d'utiliser des canons filetés en acier. Il faut néanmoins prendre soin de les mettre bien en place et de ne pas les détériorer. Si l'on utilise des boulons, il peut être nécessaire qu'ils soient d'un type à haute résistance à la traction.

Il est important qu'aucune déformation ne se produise lorsqu'on fixe le spécimen sur le bâti. S'il s'en produit, cela indique probablement que le bâti n'est pas assez rigide et que la sévérité d'essai requise ne sera sans doute pas appliquée aux points de fixation du spécimen.

Dans la mesure du possible, tous les boulons seront serrés avec le moment de couple maximal qu'ils admettent. Si l'amortissement peut avoir de l'importance, il faut noter que l'amortissement interne d'une structure boulonnée ou rivetée est supérieur à celui d'une structure soudée.

#### A4. Equilibrage

En général l'équilibrage pose des problèmes seulement dans le cas des essais de vibrations et d'accélération constante; mais on peut avoir à s'en soucier aussi pour les essais de chocs et de secousses.

##### A4.1 Vibrations

Dans le cas des vibrations, il est nécessaire de s'assurer que le centre de gravité du bâti chargé du spécimen, qui doit être gardé aussi bas que possible, est en principe placé sur une ligne qui passe par le centre de gravité de l'élément mobile du générateur de vibrations et qui est perpendiculaire à la surface de cet élément. Dans certains cas, il n'est pas possible d'être sûr que le centre de gravité du bâti chargé du spécimen soit aligné selon l'axe de la poussée du générateur de vibrations. Il peut en résulter des modes de flexion, des réseaux d'ondes stationnaires dues à la longueur du chemin de propagation et des mouvements de lacet qui tous limitent la gamme de fréquences utilisable et empêchent de satisfaire aux exigences de l'essai aux points de fixation du spécimen. Il peut donc être nécessaire d'utiliser des contrepoids d'équilibrage, bien que cette technique doive être évitée dans toute la mesure possible. Lorsque la fréquence augmente, le spécimen et éventuellement le bâti peuvent entrer en résonance et, si c'est le cas, produire un mouvement relatif du «centre de gravité dynamique» qui continuera alors à se déplacer. Cette situation peut être aggravée si l'on a mis des contrepoids d'équilibrage. Il se crée alors une situation qui, pour le moment, n'a pas de solution pratique. On peut habituellement tolérer cet effet, mais dans le cas contraire, on pourra l'amoinir en utilisant un générateur de vibrations plus grand ou plus puissant, à condition que les exigences de la spécification puissent toujours être satisfaites.

On utilise très souvent des tables auxiliaires accouplées aux générateurs de vibrations, surtout quand le spécimen est sensible à la pesanteur et quand il faudrait recourir sans cela à des bâtis d'essai complexes. Néanmoins, on peut rencontrer des difficultés similaires à celles qui sont mentionnées ci-dessus.

obtained with the other forms of construction. This factor becomes important when dealing with large structures and/or high frequencies.

All interfaces should be as flat as is necessary to achieve good mechanical contact. In addition, the maximum number of fixing holes on the mounting surface of the test apparatus should be utilized, consistent with the size of the fixture.

It is often advantageous to design a fixture which can be used a number of times for different specimens. If threaded holes are used and the material is such that undue wear might occur, the use of steel inserts is recommended. Care should be taken, however, that their fit is adequate and that no deterioration takes place. If bolts are used, they may need to be of the high-tensile type.

It is important that, when fastening the specimen to the fixture, no deformation of either should occur. If it does, this probably indicates that the fixture is insufficiently stiff and might prevent the required test severity from being applied to the fixing points of the specimen.

As far as is practicable, all bolts should be tightened to their maximum permitted torque. If damping is likely to be of significance, it should be noted that the internal damping of a bolted or riveted structure is greater than that of one which has been welded.

#### A4. Balancing

Balancing is generally only a problem in the case of vibration and steady-state acceleration tests, but may need to be considered for the shock and bump tests.

##### A4.1 *Vibration*

In the case of vibration, it is necessary to ensure that the centre of gravity of the fixture when loaded with the specimen, which should always be kept as low as possible, is nominally on a line which passes through the centre of gravity of the moving element of the vibration generator and is also perpendicular to the surface of the element. In some instances, it may not be possible to ensure that the centre of gravity of the fixture and specimen is in line with the thrust axis of the vibration generator. This can result in flexural modes, standing wave patterns due to the length of the propagation path and rocking, all of which restrict the usable frequency range and prevent the test requirements being met at the fixing points of the specimen. Thus, it may be necessary to use counter-balancing techniques, although these should be avoided unless found to be essential. As the frequency increases, the specimen, and possibly the fixture, may resonate and, if so, will cause relative movement of the "dynamic centre of gravity" which will continue to move. This situation can be aggravated if counter-balancing techniques have been used. Thus a position is created which currently has no practical solution. This effect can usually be tolerated, but, if not, it may be alleviated by the use of a larger or more powerful vibration generator, provided the test specification requirements can still be met.

Very often, slip-tables are used in conjunction with vibration generators, in particular where the specimen is gravity-sensitive and where complex test fixture design might otherwise be necessary. None the less, problems similar to those mentioned above may be encountered.

#### A4.2 Accélération constante

Pour les essais en accélération constante, on utilise habituellement une centrifugeuse, et il est essentiel d'équilibrer statiquement et dynamiquement le bâti et le spécimen par rapport au moyen d'essai pour ne pas endommager ses portées. Habituellement, le constructeur indique le degré de déséquilibre admissible.

#### A5. Place des accéléromètres

En principe, la conception du bâti de fixation prévoit l'emplacement d'accéléromètres aux positions requises par les essais concernés. On peut les fixer de différentes manières, habituellement recommandées par le constructeur d'accéléromètres, y compris le vissage, l'utilisation de colles spéciales, etc. Il peut parfois être avantageux, dans le cas d'un essai de vibrations, de prévoir la fixation d'accéléromètres supplémentaires pour pouvoir étudier le comportement dynamique du bâti.

#### A6. Vérification du comportement du bâti de fixation

Avant de faire un essai de vibrations, il peut aussi être utile de vérifier que les exigences d'essai peuvent être satisfaites aux points spécifiés quand le bâti est soit à vide, soit chargé par une maquette lestée, ou encore chargé par le spécimen lui-même. Dans ce dernier cas, il peut être judicieux de faire la vérification à une amplitude de vibrations plus faible que celle qui sera requise ensuite.

Il peut être bon de faire cette vérification dans le cas des autres essais dynamiques auxquels cette norme s'applique.

#### A7. Spécimens complexes ou de grande taille

Les termes de «complexes» ou de «grande taille» sont difficiles à définir. Un bâti conçu pour un matériel peut paraître grand pour un laboratoire qui essaie d'habitude des composants. Ce n'est pas le cas considéré dans cette partie de la norme. Par «grande taille», on entend un ensemble spécimen+bâti qu'un laboratoire d'essai de matériels aura normalement quelque peine à manipuler et qui, par suite de sa masse, de sa taille, de la complexité de ses moyens de fixation ou par suite de la gamme de fréquences spécifiée, requiert une solution qui dépasse actuellement les possibilités technologiques habituelles.

Il y a inévitablement des cas où l'on a besoin de tels bâtis et on constatera alors que les exigences de l'essai ne peuvent être totalement satisfaites par les moyens classiques parce que le comportement aux résonances du bâti et du spécimen ne peut pas être maîtrisé. Après avoir exploré d'autres techniques, y compris éventuellement la mise en parallèle de générateurs de vibrations, il faudra, en dernier recours, se reporter au texte de l'essai pour s'informer de ce qu'il faut faire. En général, la méthode d'essai prévoit de noter les paramètres obtenus et d'en faire ensuite l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

**A4.2 Acceleration, steady state**

For steady-state acceleration testing, a centrifuge is normally used and it is essential to balance the fixture and specimen statically and dynamically in relation to the test apparatus, in order to prevent damage to its bearings. The manufacturer will normally state the degree of unbalance permissible.

**A5. Positioning of accelerometers**

The design of the test fixture should allow for the attachment of accelerometers at the positions required for the appropriate tests. Attachment can be made in a number of ways, usually recommended by the manufacturer of the accelerometer, and include screwing, the use of special adhesives, etc. It may, on occasion, be advantageous in the case of a vibration test to allow for the attachment of additional accelerometers in order to explore the dynamic behaviour of the fixture.

**A6. Performance check of test fixture**

Before performing a vibration test, it may also be useful to check that the test requirements can be achieved at the specified points when the fixture is either unloaded, loaded with a dynamically-representative specimen or loaded with the real specimen. In this latter case, it may be advisable that the check be performed at a lower vibration amplitude than that required subsequently.

It may be appropriate to carry out this check in the case of the other dynamic tests covered by this standard.

**A7. Large and/or complex specimens**

The terms "large" and "complex" are difficult to define. A fixture designed for an item of equipment may be large for a test laboratory normally involved in testing components. This is not the case considered in this part of the standard. "Large" is intended to describe a specimen/fixture combination which an equipment testing laboratory would normally have difficulty in handling and which, because of its mass, physical size, complexity of attachment or the frequency range specified, requires a solution which is currently beyond the engineering state of the art.

There are inevitably occasions when such a fixture is required, and it will be found that the test requirements cannot be fully met by conventional means, because the resonance behaviour of the fixture and the specimen is beyond control. After having explored other techniques, possibly including the use of parallel operation of vibration generators, reference must ultimately be made to the text of the test to ascertain what actions need to be taken. Usually the test procedure in such cases require that the various parameter values achieved are noted and subsequently agreed between the purchaser and the supplier.

---

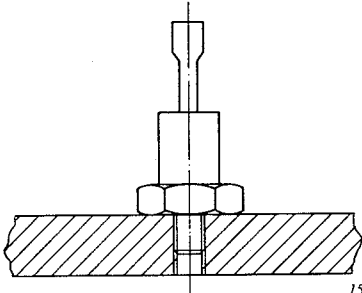
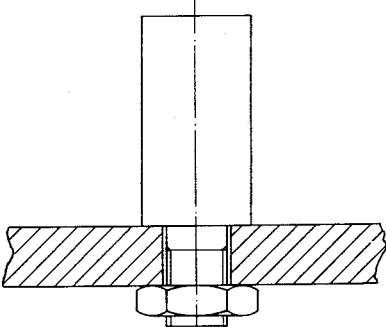
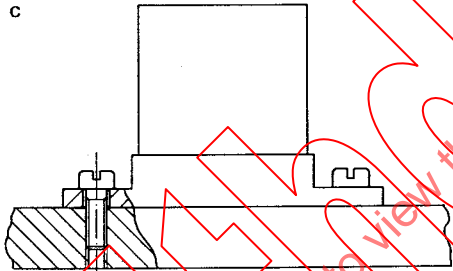
| Méthodes de fixation<br>Methods of mounting                                                               | Exemples<br>Examples                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a</p>  <p>150/82</p>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>b</p>  <p>151/82</p>  | <p>Composants pourvus d'un moyen de fixation évident, par exemple diodes, condensateurs électrolytiques, redresseurs, commutateurs, connecteurs, relais, transformateurs, transistors de puissance</p> <p>Components provided with obvious means of mounting, for example diodes, electrolytic capacitors, rectifiers, switches, connectors, relays, transformers, power transistors</p> |
| <p>c</p>  <p>152/82</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

FIG. 1. — Exemples de moyens évidents pour la fixation des composants.  
Examples of obvious means of mounting components.